

CAPÍTULO 8

Evaluación de cultivares y panorama varietal

Valeria Arolfo y
Ariel Odorizzi

Introducción

En Argentina las primeras alfalfas fueron poblaciones introducidas que se adaptaron a los distintos ambientes dando origen a tres ecotipos regionales: pampeano, cordobés e invernizo (saladina). Más tarde, en la década de 1940, y sobre la base de estos ecotipos, se inició el mejoramiento genético en el país con la generación de los primeros cultivares nacionales: Nemagone, San Martín FAV, Fortín Pergamino, Bellocq MAA-CIC y Bordenave INTA. Posteriormente, y a consecuencia de la aparición de los pulgones verde y azul de la alfalfa, se produjo la introducción de variedades resistentes y la intensificación de los programas nacionales de mejoramiento genético. Como resultado de estos trabajos surgieron cultivares obtenidos por el INTA y por algunas compañías privadas. Sin embargo, la disponibilidad de estos materiales en el mercado no siempre fue la adecuada. En ese contexto, y ante la mayor demanda de variedades mejoradas por parte de los productores pecuarios, el mercado nacional experimentó una creciente importación de cultivares extranjeros, especialmente de EE. UU. (Rossanigo *et al.*, 1995).

Los cultivares asequibles durante la década de 1980 eran en su mayoría públicos, de libre utilización por parte de importadores, productores y usuarios. Con el transcurso de los años, el número de cultivares inscritos en el Registro Nacional de Cultivares (RNC) del Instituto Nacional de Semillas (INASE) fue incrementándose fruto de las importaciones y de los programas nacionales de mejoramiento. Esta creciente aparición de nuevas variedades marcó un notable incremento en el número de cultivares protegidos, que comenzaron a comercializarse con carácter de exclusividad o por medio de licencias (Dubois, 2004). Un total de 172 cultivares se inscribieron en la década de 1990, 130 cultivares durante la década de 2000, y desde entonces al presente solo 76 cultivares (Instituto Nacional de Semillas, 2019). Esta disminución fue mayormente marcada dentro del grupo de los cultivares con latencia.

Con tan vasta oferta de cultivares, se hace muy importante conocer la adaptación de cada cultivar a cada zona de cultivo. En ese sentido, el principal objetivo de las redes de evaluación, sean públicas o privadas, es estimar la producción potencial de los materiales evaluados. No obstante, la elección de los cultivares para sembrar por parte del productor

debe tener en cuenta no solo la producción potencial de forraje, sino también el grado de reposo, la persistencia y la resistencia a plagas y enfermedades. Todas estas variables deben considerarse en conjunto, dado que, en muchas ocasiones, la no detección de diferencias en producción potencial de forraje no es sinónimo de similitud entre variedades (Casler y Undersander, 2000). Se recomienda que la elección de los cultivares se base en los datos de evaluación que más se aproximen a la situación en que se quiere implantar el cultivo, ya que la expresión de todas estas características es dependiente de las condiciones ambientales locales.

Desde el año 1980, el INTA conduce la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa (RECA INTA). La red, que se coordina desde la Estación Experimental INTA Manfredi (Córdoba), incluye la participación de 15 unidades del INTA repartidas en todo el territorio nacional. Los ensayos se conducen por cuatro temporadas tanto en condiciones de secano (región Pampeana y Chaco) como de regadío (NOA y Patagonia).

Solo en el período 2004-2020, la RECA INTA evaluó 197 variedades (Spada, 2004; 2008; 2012; 2014; Arolfo y Odorizzi, 2016; 2018). La máxima cantidad de materiales probados se registró en el período 2010-2014 (Figura 1) e incluyó principalmente a cultivares de reposo intermedio y sin reposo. Una situación similar se apreció en la red de evaluación de la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales (CSBC), aunque –a diferencia de la red de INTA– esta última evaluó proporcionalmente una mayor cantidad de materiales con reposo invernal intermedio (Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales, 2008; 2012; 2014; 2016; 2018).

En este capítulo se presentará la información obtenida en los ensayos de la RECA durante el período 2004-2016. En estos ensayos, conducidos bajo condiciones de corte, se evalúan cultivares comerciales tanto de origen nacional como extranjero. Los ensayos están organizados en series, que se inician cada dos años y que agrupan a los cultivares en dos categorías de acuerdo a su grado de reposo invernal (GRI): con reposo intermedio (GRI 5 a 7) y sin reposo (GRI 8 a 10) (Spada, 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014; Arolfo y Odorizzi, 2016; 2018).

Las localidades que forman parte de la red son: 1) región Pampeana: a) zona semiárida: Anguil (La Pampa), Villa Mercedes (San Luis) y Manfredi (Córdoba); b) zona subhúmeda: General Villegas (Buenos Aires),

Casbas (Buenos Aires) y Marcos Juárez (Córdoba); y c) zona húmeda: Rafaela (Santa Fe) y Concepción del Uruguay (Entre Ríos); 2) áreas de riego: Santiago del Estero, Salta, Colonia 25 de Mayo (La Pampa), Trelew (Chubut), Esquel (Chubut) y Viedma (Río Negro); y 3) región extra-pampeana: Las Breñas (Chaco).

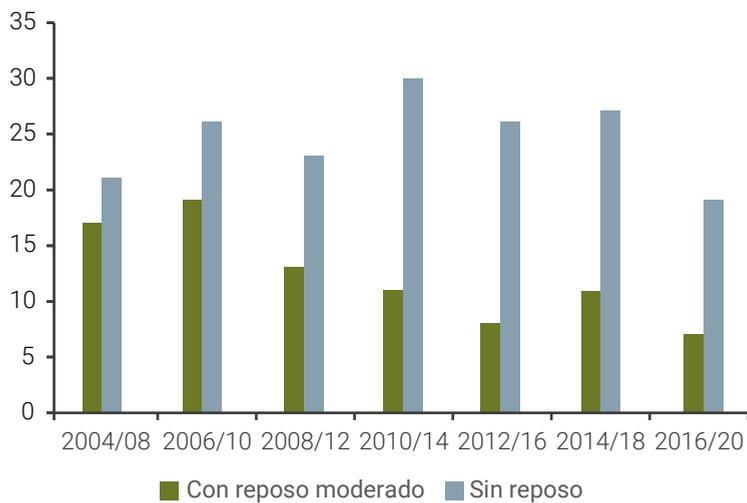


Figura 1. Evolución del número de cultivares incluidos en la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa de INTA durante el período 2004-2020. Los cultivares están discriminados por grupo de reposo invernal: reposo moderado (GRI 5-7) y sin reposo (GRI 8-10).

Grados de reposo invernal

La alfalfa posee una característica particular: el reposo invernal, que está controlado genéticamente y que le permite adaptar su desarrollo a las variaciones de temperatura y fotoperíodo. Hacia fines del otoño, el crecimiento de la alfalfa normalmente se reduce hasta llegar a detenerse, en respuesta a la disminución de la temperatura y del fotoperíodo (McKenzie *et al.*, 1988). Esos factores ambientales desencadenan un proceso de aclimatación, que permite la supervivencia de las plantas hasta tanto se reinstalen las condiciones ambientales apropiadas para volver a crecer y desarrollarse. La teoría fisiológica más aceptada indica que durante este período de aclimatación se produce una acumulación de hidratos de carbono y compuestos nitrogenados en la raíz y la corona que posibilitarán el reinicio del crecimiento en primavera. De acuerdo

con Putnam *et al.* (2012), las temperaturas óptimas para la germinación y el crecimiento de las raíces oscilan entre 20 y 24 °C, mientras que para el crecimiento de la parte aérea están entre 22 y 24 °C. Con temperaturas inferiores a 5 °C prácticamente no hay crecimiento.

La clasificación original del reposo invernal en categorías fue propuesta por V. Marble (UC Davis) en California, EE. UU., e incluía solo 6 grados. Hacia mediados de la década de 1980, el propio Marble (1986) amplió dicha categorización a los 11 grados de reposo invernal (GRI) que se conocen actualmente. La definición de estos se basa en la altura de rebrote medido a los 25-30 días del último corte de otoño, de acuerdo a una escala que contempla incrementos de 5 cm entre grados sucesivos y que utiliza variedades testigos debidamente definidas para cada grado (Teuber *et al.*, 1998). En Argentina, el legajo para la inscripción de variedades de alfalfa aprobado por el INASE reconoce también 11 GRI y define los testigos a utilizar para la realización de las determinaciones, conforme se muestra en la Tabla 1.

■ **Tabla 1.** Grupos y grados de reposo invernal (GRI) y cultivares testigos definidos por el INASE(*) para la clasificación del crecimiento otoñal de las variedades de alfalfa en Argentina.

Grupos de reposo	GRI	Cultivares testigo
Con Reposo	1	Norserman - Spredor 2
	2	Vernal – Alfagraze
	3	Painé INTA – Dekalb 120
	4	WL 320 – Cimarrón
Reposo Intermedio	5	P 205 - Cimarrón VR
	6	Victoria SP INTA – Meteor
	7	P 105 – Dekalb 170
Sin Reposo	8	WL 516 – Dekalb 187
	9	Cuf 101 – 5929
Extremadamente Sin Reposo	10	Hejazi
	11	Ne NAF 3

(*) INASE = Instituto Nacional de Semillas, Argentina

En otoño, a medida que se acorta el día y disminuye la temperatura, los cultivares con reposo (GRI 1-4) detienen su crecimiento, como un mecanismo de protección contra el frío y las heladas. Contrariamente, aquellos sin reposo están menos subordinados al fotoperíodo y continúan su crecimiento, siempre que la temperatura se mantenga ≥ 5 °C (Poole *et al.*, 2003). De acuerdo con Brummer *et al.* (2000), los procesos de aclimatación no se activan en estos cultivares, por lo que las plantas continúan su crecimiento durante el otoño, por lo que –al no acumular suficientes reservas en la raíz y en la corona– se tornan susceptibles a las bajas temperaturas invernales. En igual sentido, Marble (1986) –al describir su clasificación de reposo invernal– considera que las plantas de GRI 1-3 no son afectadas por las heladas, mientras que los cultivares sin reposo son dañados por temperaturas ≤ -1 °C; en consecuencia, recomienda la utilización de estos últimos solo en áreas templadas. Por un lado, estudios realizados por Bertrand *et al.* (2017) indican que los cambios en la duración del día durante el período que precede a la exposición a bajas temperaturas podrían afectar el proceso de aclimatación al frío y la tolerancia a las heladas. Los cultivares con reposo intermedio presentan un comportamiento que se ubica obviamente entre ambos extremos.

Por otro lado, Sheaffer *et al.* (1992) consideran que, para las condiciones de Minnesota, en el límite norte de los EE. UU., el GRI se estima mejor sobre la proporción de plantas de una variedad que sobreviven al invierno que sobre cualquier otra característica relacionada con el reposo invernal. Para esos ambientes, en los que las extremadamente bajas temperaturas invernales provocan la muerte de los individuos sin reposo, el GRI se correlaciona muy significativamente con el porcentaje de supervivencia.

Teuber *et al.* (1995) establecieron que los cultivares de diferente GRI responden de manera distinta al fotoperíodo y a la temperatura, observando que los de GRI 1-3 son más sensibles a cambios de longitud del día y temperatura que los de GRI 7-9. De acuerdo con Cunningham *et al.* (1998), algo muy similar ocurre con los cultivares seleccionados en áreas templadas, que no responden a los cambios de longitud del día como lo hacen los seleccionados en áreas más extremas o de mayores latitudes. Teuber *et al.* (1995), basados en determinaciones realizadas en Davis (California), indicaron que la altura de rebrote para un mismo

material puede variar entre momentos de corte o localidades en donde se realice la medición y que, por lo tanto, no constituye un indicador totalmente confiable para la estimación del GRI. Como ejemplo de ello observaron que la variabilidad en la altura de rebrote de las variedades CUF 101 (GRI 9) y Lahontan (GRI 6) fue mayor que la detectada en las variedades Mesilla (GRI 7) y Ranger (GRI 3).

Con relación al reposo invernal, se ha observado en la RECA que algunos cultivares desarrollados en EE. UU. tienen diferente comportamiento en Argentina, lo que se explicaría por la interacción genotipo*ambiente descrita anteriormente. En ese sentido, Reich (comunicación personal) sugiere que, si bien el GRI de las variedades desarrolladas en EE. UU. usualmente se mantiene en las condiciones de la región Pampeana, en algunas variedades pueden registrarse cambios, especialmente en los grupos de reposo superiores e inferiores. Por ejemplo, algunos cultivares de GRI 9 y GRI 5 de origen estadounidense pueden comportarse en Argentina como de GRI 8 y GRI 4, respectivamente. También sostiene que, por el contrario, algunos materiales seleccionados en Argentina pueden exhibir cambios de comportamiento cuando son evaluados posteriormente en EE. UU., citando como ejemplos a DK 194 y SPS 9000, que en la región Pampeana se caracterizaron como de GRI 9 y en EE. UU. como de GRI 8.

Otros aspectos que contribuyen a la caracterización productiva de las plantas como el vigor, la tasa de crecimiento, la producción de materia seca, la persistencia y la reacción a plagas y enfermedades también se relacionan, en cierta medida, con el GRI. En general, los cultivares con reposo exhiben en el otoño tallos cortos y postrados, y presentan durante el verano bajas tasas de elongación de rebrotes. Contrariamente, los cultivares sin reposo continúan creciendo durante el otoño y presentan tallos más erectos, con tasas promedio de crecimiento mayores, durante la primavera y el verano (Sheaffer *et al.*, 1992). Por su parte, los cultivares de reposo intermedio tienen picos de crecimiento primaverales más altos que los otros grupos. En general, las diferencias entre grupos de reposo no solo se observan en los caracteres ya mencionados, sino que también en el número y la longitud de los entrenudos. Los cultivares con reposo presentan mayor número de entrenudos, mientras que en los sin reposo estos son de mayor longitud (Liu *et al.*, 2015).

Independientemente de las diferencias de tasa de crecimiento entre cultivares de distinto GRI, también existe para este carácter una gran variabilidad dentro de cada grupo de reposo. Busbice y Wilsie (1965) sugirieron que existiría una relación lineal entre GRI y tasa de desarrollo, lo que determinaría que los cultivares con reposo crezcan y maduren más lentamente después del corte que los sin reposo. No obstante, Hall *et al.* (2000) no encontraron diferencias en estados de madurez entre cultivares de GRI 2 y 4 con similares días de crecimiento. Por un lado, resultados muy semejantes se registraron en la región central de Córdoba cuando se compararon cultivares de GRI 6 y 9 (Guzmán y Spada, comunicación personal). Por otro lado, en ese mismo estudio se verificó que para ambos grados de reposo la tasa de maduración (avance de estados fenológicos) fue más rápida bajo condiciones de deficiencia hídrica (estrés) que bajo condiciones favorables de humedad.

La calidad forrajera es otro aspecto que podría relacionarse con el reposo invernal. Knipe *et al.* (1997; 1998) sugirieron que las diferentes características morfológicas entre plantas de distinto GRI podrían afectar la calidad de forraje. En concordancia con esto, Brummer *et al.* (2002) indicaron que el tipo de tallo de los cultivares sin reposo, más erecto y fibroso que el de los de reposo intermedio, podría afectar negativamente la digestibilidad de la pastura. Con este concepto coinciden Putnam y Orloff (2003), ya que consideran que los cultivares sin reposo registran mayor contenido de fibra y menor contenido de proteína. De la misma manera, Demirbag y Ozkan (2016) observaron en Turquía un mayor contenido de proteína en los cultivares con reposo; en consecuencia, concluyeron que el grado de reposo es un buen estimador de la calidad del forraje, explicando el 80 % de la variación entre cultivares respecto de los contenidos de PB, FDN y FDA. No obstante, la regla no se aplica necesariamente en todos los casos y debe ser manejada con precaución cuando se trata de cultivares de otros grados de reposo invernal.

La expresión del GRI está gobernada por genes (Cunningham *et al.*, 1998; Cunningham *et al.*, 2001) que se activarían cuando son expuestos a condiciones de bajas temperaturas y menor fotoperíodo (Brummer *et al.*, 2000). Si bien las bases fisiológicas del reposo invernal no están todavía totalmente dilucidadas, se especula que estos genes, al expresarse, desatarían una verdadera cascada de procesos metabólicos interrelacionados y complejos.

Los mecanismos fisiológicos, moleculares y bioquímicos específicos de la tolerancia a las heladas no están del todo determinados, pero hay suficiente evidencia para relacionarlos con la composición de los carbohidratos de reserva. En general, los cultivares adaptados a las bajas temperaturas poseen, en el otoño, mayores concentraciones de oligosacáridos en la corona y mayores niveles de sacarosa y rafinosa, aun cuando también existen diferencias entre cultivares dentro de ellos. Contrariamente, en los cultivares sin reposo los niveles de estos azúcares decrecen hacia el invierno (Haagenson *et al.*, 2003). De acuerdo con Bertrand *et al.* (2017), otro aspecto que se relaciona con la tolerancia a las heladas es la longitud del fotoperíodo que precede a la aclimatación al frío, que tiene un impacto en el nivel de estos carbohidratos clave. Días cortos previos a la exposición al frío mejoran la supervivencia a heladas extremas en las alfalfas con reposo. La tasa de acumulación de carbohidratos a lo largo del ciclo de crecimiento es variable, registrando los máximos valores en el otoño, particularmente para los cultivares con reposo (Castonguay *et al.*, 1995). Haagenson *et al.* (2003) concluyeron que la concentración de oligosacáridos en el otoño se correlaciona muy significativamente con el inicio del rebrote en la próxima primavera y que la concentración de azúcares otorga mayor resistencia a las heladas que la de almidón.

Además de los carbohidratos, la concentración de sustancias nitrogenadas cumple un rol importante en la resistencia a las bajas temperaturas. Durante el otoño, los cultivares sin reposo muestran pocos cambios en su concentración de proteínas y aminoácidos; por el contrario, los cultivares con reposo presentan en este mismo período mayores concentraciones de compuestos nitrogenados (Cunningham *et al.*, 2001). Por su parte, Haagenson *et al.* (2003) encontraron una correlación positiva entre la concentración de aminoácidos solubles y proteínas en la raíz y la resistencia a heladas, lo que significa que los cultivares de menor GRI poseen mayores concentraciones de compuestos nitrogenados en sus órganos de reserva.

Otro aspecto que se correlacionaría con el grado de reposo es la tolerancia a la sequía. Pembleton y Satish (2014), evaluando cultivares de un amplio rango de grados de reposo en regiones templadas frías de Australia, concluyeron que a menor reposo disminuye la adaptación a las condiciones de déficit hídrico leve. En apoyo de este hallazgo, los

transcriptos de dos genes asociados con la tolerancia al congelamiento aumentaron en abundancia en los cultivares con mayor latencia cuando se expusieron a un déficit hídrico leve, mientras que los transcriptos de un gen de sacarosa sintasa –asociada con la utilización de la glucosa producto de la degradación del almidón– disminuyeron en cultivares con latencia como una estrategia de mantenimiento de energía a largo plazo en condiciones de sequía.

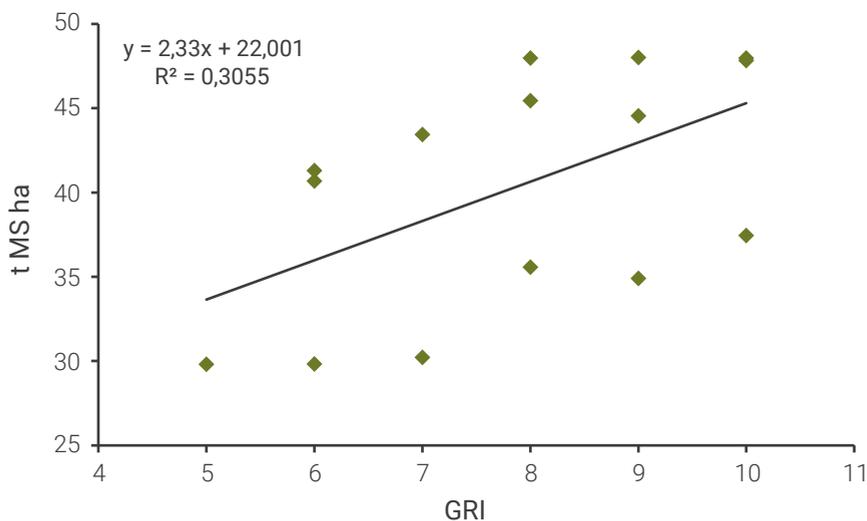
Producción de forraje

Como consecuencia del mejoramiento genético, el rendimiento de materia seca (MS) de alfalfa en la Argentina se triplicó durante el período 1970-1993 (Hijano, 1993). Mientras que a principios de los 70 el promedio de producción de forraje en la región Pampeana se ubicaba alrededor de las 5 t MS ha⁻¹ año⁻¹, a principios de los 90 esos valores llegaban a las 16 t MS ha⁻¹ año⁻¹ (Bruno, 2004).

Volenc *et al.* (2002), realizando un análisis de la evolución durante las últimas décadas de los rendimientos de forraje en el Medio Oeste de EE. UU., concluyeron que la mejora productiva de los cultivares seleccionados en la década de 1980 era mayor que la registrada en los cultivares liberados en la de 1990. Además, sugirieron que los incrementos de producción de las últimas dos décadas eran en realidad el efecto indirecto de haber seleccionado por menor reposo, lo que aparejaba un significativo incremento de MS hacia el final del ciclo del crecimiento (otoño).

En Argentina, la productividad de los cultivares de alfalfa durante los últimos años se ha visto fuertemente afectada por las condiciones ambientales de cada zona agroecológica. Esta significativa interacción genotipo*ambiente condicionó la estimación del avance genético logrado para los cultivares de reposo intermedio y sin reposo en las distintas localidades. En ese contexto, las producciones de forraje de casi todas las localidades presentaron durante el período 2004-2014 incrementos de aproximadamente 5 t MS ha⁻¹ entre series de ensayos (conducidos por cuatro años, pero implantados cada dos), tanto para los cultivares sin reposo como para los de reposo intermedio. Para el mismo período, las localidades de Anguil (zona semiárida) y Paraná (zona húmeda) no solo no registraron aumentos de producción, sino que, en algunos

casos, hasta se observaron disminuciones (Spada, 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014; Arolfo y Odorizzi, 2016; 2018). Evidentemente, esta variabilidad de respuesta está íntimamente ligada a las condiciones ambientales que se produjeron en cada caso (Figura 2).



■ **Figura 2.** Relación entre grado de reposo invernal (GRI) y producción acumulada (valores promedio de 12 temporadas) de materia seca (t MS ha⁻¹) de alfalfa de la región Pampeana. Adaptado de Spada (Spada, 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014) y Arolfo y Odorizzi (2016; 2018).

Por un lado, este comportamiento de las variedades registrado en Argentina contrasta marcadamente con lo observado por Poole *et al.* (2003) en California, EE. UU., quienes estimaron un incremento de producción de 0,581 t MS acre⁻¹ ($r^2=0,79$) por cada grado de aumento en el reposo invernal. No obstante, Putnam y Orloff (2003) consideran que por sí solo el grado de reposo no explica totalmente las diferencias de rendimiento entre variedades. Por otro lado, la producción conjunta de los cultivares de reposo intermedio (GRI 6-7) en California supera la media de rendimiento global de las variedades sin reposo (GRI 8-9). Ventroni *et al.* (2010) concluyeron que, en regiones templadas, la elección del cronograma de cortes provoca un impacto mayor en la productividad que el GRI del cultivar y que puede utilizarse la misma frecuencia de cortes tanto para cultivares con reposo, reposo intermedio o sin reposo.

Una forma muy conveniente de visualizar la interacción genotipo*ambiente es hacerlo a través un análisis de los componentes principales

(CP) que incluya las siguientes variables: producción acumulada a lo largo de todas las temporadas en cada localidad, variedades, localidades, promedio de producción de cada variedad en todas las localidades y promedio de rendimiento en cada localidad de todas las variedades. Luego, sobre la base de las dos CP que expliquen la mayor parte de la variabilidad, se puede confeccionar el tipo de gráfico denominado GGE biplot, que permite observar rápidamente el comportamiento de las variedades a lo largo de la red de evaluación. En general, la CP_1 se relaciona fundamentalmente con el rendimiento de los cultivares, de modo que trazando un eje en el valor 0 de este componente se puede discriminar entre los cultivares de mayor (valores positivos) y menor (valores negativos) rendimiento, especialmente en las localidades que más cerca están en la representación. Además, este tipo de gráfico permite visualizar las variedades que se ubican en los vértices del polígono que conforma la distribución de los cultivares y también la distribución de las localidades en la figura. Considerando la cercanía entre ambas variables (variedades y localidades), se pueden identificar los macroambientes o grupos de localidades (usualmente delimitados en el gráfico por líneas de puntos) donde consistentemente algunos cultivares muestran mejor adaptación o comportamiento. El criterio de interpretación es que aquella variedad que se ubica en el vértice del polígono es la de mejor comportamiento en ese macroambiente. Obviamente, el agrupamiento de las localidades está en función de los datos disponibles, de modo que no necesariamente se forman los mismos macroambientes cuando se analizan diferentes conjuntos de ensayos (Yan *et al.*, 2000).

El tipo de análisis descripto precedentemente se aplicó a la serie 2012-2016 de la RECA INTA. Los resultados indicaron que entre los cultivares sin reposo invernal (Figura 3), aquellos ubicados en la extrema izquierda del biplot fueron los menos productivos en todas las localidades, destacándose, como vértices del polígono, Panalfa 90 y ACA 903. Se suman a este grupo menos productivo las variedades LPS 9500, Brava, EBC 90, Target 990, BAR 9242, Sofía y Neo Alfa, que, si bien no están identificados en la figura, corresponden a los puntos más cercanos a los vértices izquierdos del polígono. El caso de Limay INTA PV es algo diferente porque, si bien está en el sector de los menos productivos, tuvo en realidad valores promedio de rendimiento de nivel intermedio. Aquellos ubicados a la derecha fueron los más productivos, en particular Verdor y Milonga

II. Muy cerca de este último (no identificado en la figura) se ubicó WL 818. Entre las localidades, la que mayor aporte tuvo a la interacción fue General Villegas, no por haber sido la más productiva sino porque allí no se evaluaron todos los cultivares de la serie. El resto de las localidades se ubican del lado izquierdo de biplot, pero muy cercanas al centro de este, con excepción de Hilario Ascasubi. Esto indica que las localidades más cercanas al centro no tienen un gran aporte a la interacción y que, por ende, son las más estables. En cambio, Santiago del Estero fue la de mayor producción con escaso o nulo aporte a la interacción.

El análisis con los cultivares de reposo intermedio (Figura 4) indicó que los de mayor producción promedio en todas las localidades fueron G 686 y CW 660, que están a su vez asociados con las localidades Hilario Ascasubi y Paraná, que fueron las de mayor producción. Los cultivares de menor promedio acumulado se ubican a la izquierda del biplot, entre los que se destacan ACA 605, que fue el que mayor aporte tuvo en la interacción genotipo*ambiente, y Pampa Flor. Le siguen (no identificados en la figura) Pro INTA Luján (que se asocia a Villa Mercedes y Anguil), Don Enrique y Pinto II, asociadas a Manfredi y Concepción del Uruguay.

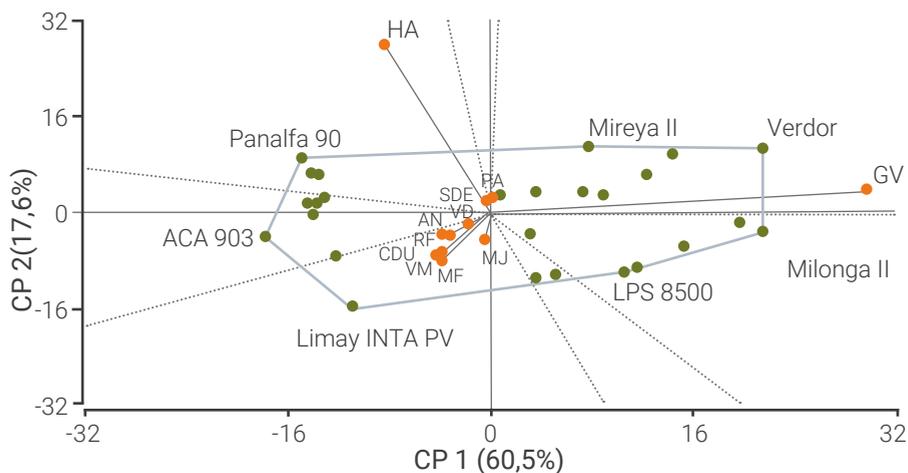
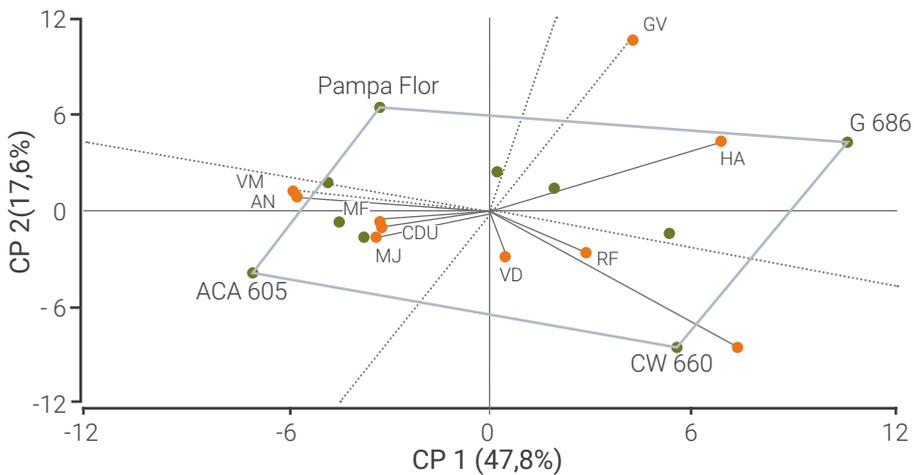
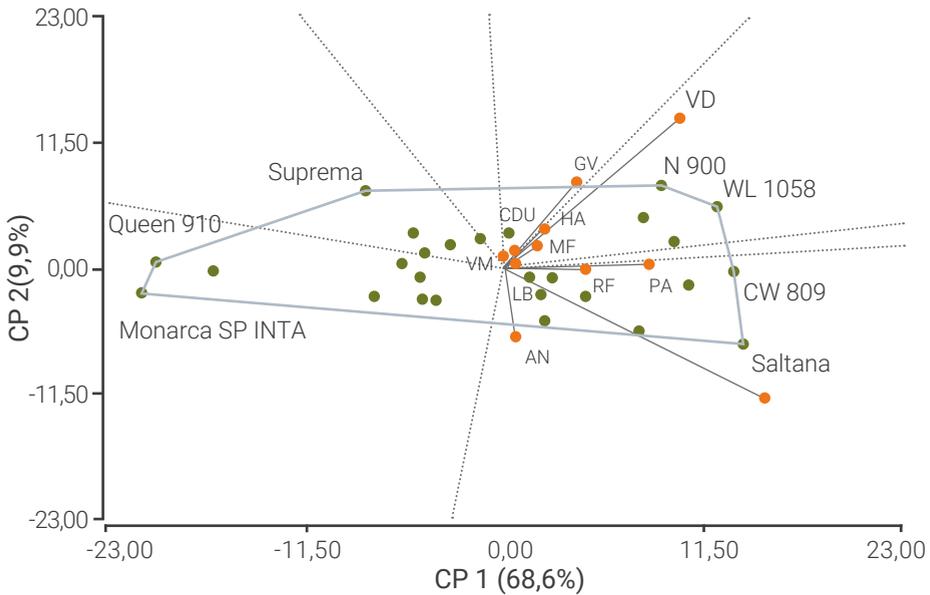


Figura 3. Representación (biplot) de la interacción cultivar*localidad basado en el análisis de las componentes principales (CP) estimadas sobre el rendimiento de forraje acumulado de los cultivares sin reposo invernal incluidos en la serie de ensayos 2012-2016 de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA. Ref.: AN: Anguil, CDU: Concepción del Uruguay, GV: General Villegas, HA: Hilario Ascasubi, MF: Manfredi, MJ: Marcos Juárez, PA: Paraná, RF: Rafaela, SDE: Santiago del Estero, VD: Viedma, VM: Villa Mercedes. Adaptado de Arolfo y Odorizzi (2016).



■ **Figura 4.** Representación (biplot) de la interacción cultivar*localidad basado en el análisis de las componentes principales (CP) estimadas sobre el rendimiento de forraje acumulado de los cultivares de reposo invernal intermedio que se incluyeron en la serie de ensayos 2012-2016 de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA. Ref.: AN: Anguil, CDU: Concepción del Uruguay, GV: General Villegas, HA: Hilario Ascasubi, MF: Manfredi, MJ: Marcos Juárez, PA: Paraná, RF: Rafaela, VD: Viedma, VM: Villa Mercedes. Adaptado de Arolfo y Odorizzi (2016).

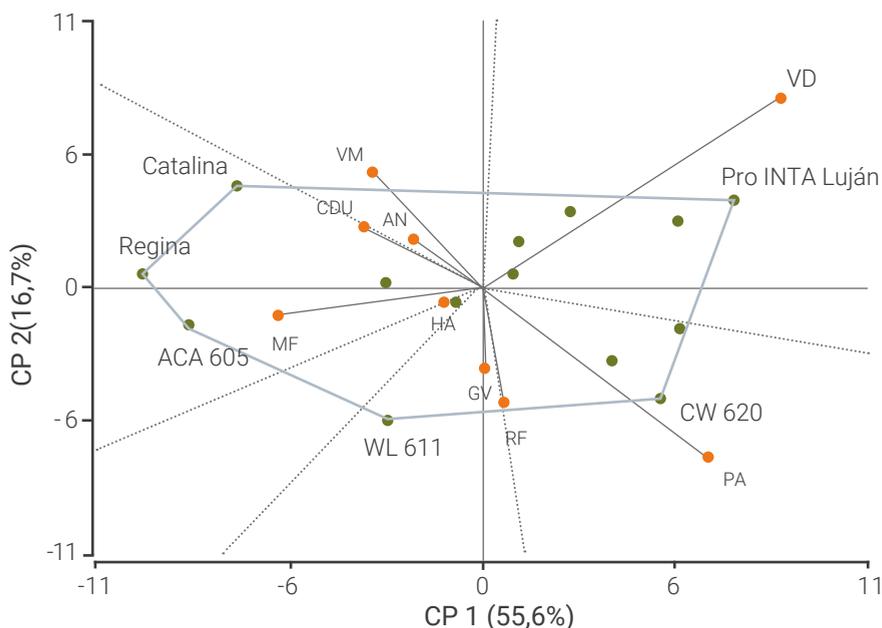
Cuando se analizó la serie de ensayos 2014-2018 se observaron fuertes interacciones cultivar*localidad, en gran medida debidas a las excesivas precipitaciones que se registraron durante la segunda temporada de evaluación (2015/16), que provocaron una gran pérdida de plantas y hasta de ensayos completos por anegamiento. En la Figura 5 se presentan los resultados del análisis realizado con los cultivares sin reposo invernal, donde se aprecia que la mayor producción del cultivar Saltana está asociada a Santiago del Estero, que fue la localidad de mayor producción promedio. Le siguieron los cultivares CW 809, WL 1058, N 900, CW 194 Premium y WL 818 (los dos últimos no identificados en la figura), también asociados a producciones altas en la mayoría de las localidades con mayor producción. Entre los de menor rendimiento se ubicaron Queen 910 y Monarca SP INTA, seguidos por ACA 903 y Patriarca (no identificados en la figura). El cultivar Suprema, aunque ubicado en el sector menos productivo, tuvo un buen comportamiento en Hilario Ascasubi y Concepción del Uruguay, lo que lo sitúa en una franja intermedia.



■ **Figura 5.** Representación (biplot) de la interacción cultivar*localidad basado en el análisis de las componentes principales (CP) estimadas sobre el rendimiento de forraje acumulado de los cultivares sin reposo invernal de la serie de ensayos 2014-2018 de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA. Ref.: AN: Anguil, CDU: Concepción del Uruguay, GV: General Villegas, HA: Hilario Ascasubi, LB: Las Breñas, MF: Manfredi, PA: Paraná, RF: Rafaela, SDE: Santiago del Estero, VD: Viedma, VM: Villa Mercedes. Adaptado de Arolfo y Odorizzi (2018).

Del análisis de los cultivares de reposo invernal intermedio evaluados en la serie 2014-2018 (Figura 6), se destacó Pro INTA Luján como el de mayor producción promedio en todas las localidades, ubicándose muy cercano a Viedma, la localidad de mayor producción. Otros cultivares destacados fueron CW 620 y CW 660 (no identificada en la figura), que se asociaron con Paraná. Los cultivares de menor producción promedio en todas las localidades fueron Regina y ACA 605, aunque este último tuvo una muy buena producción en Manfredi, lo que explica su cercanía en el biplot.

Aunque pueda resultar obvio, es importante aclarar que si bien en las Figuras 3 a 6 se indicaron solamente los cultivares de mejor adaptación en cada macroambiente (vértices de los polígonos), también existen grupos de cultivares con producciones de forraje intermedias en cada uno de ellos.



■ **Figura 6.** Representación (biplot) de la interacción cultivar*localidad basada en el análisis de las componentes principales (CP) estimadas sobre el rendimiento de forraje acumulado de los cultivares de reposo invernal intermedio que se incluyeron en la serie de ensayos 2014-2018 de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA. Ref.: AN: Anguil, CDU: Concepción del Uruguay, GV: General Villegas, HA: Hilario Ascasubi, LB: Las Breñas, MF: Manfredi, PA: Paraná, RF: Rafaela, VD: Viedma, VM: Villa Mercedes. Adaptado de Arolfo y Odorizzi (2018).

Otra observación interesante que se infiere del análisis de los datos que se obtienen de la red de evaluación de cultivares es que, a medida que se van sucediendo las temporadas de producción, se registra una disminución de la producción de forraje en todos los cultivares. Esta declinación del rendimiento puede encuadrarse dentro de uno de estos dos modelos alternativos: a) lineal, donde se verifica una disminución constante en el tiempo, que puede ser de aproximadamente $2 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, como la registrada en General Villegas para el período 2010-2014, o de aproximadamente $5 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, como la observada en Hilario Ascasubi para el mismo período; y b) cuadrática, donde se aprecia un pico de producción en el segundo año y luego un decrecimiento paulatino en la tercera y cuarta temporadas, tal como sucedió en la misma serie de ensayos y en líneas generales, en Marcos Juárez, Rafaela y Anguil. En

cualquier caso, la merma de productividad de forraje se asocia a una pérdida de densidad (número de plantas m^{-2}) a lo largo de la vida del cultivo o a un debilitamiento de las plantas (Cangiano, 2002).

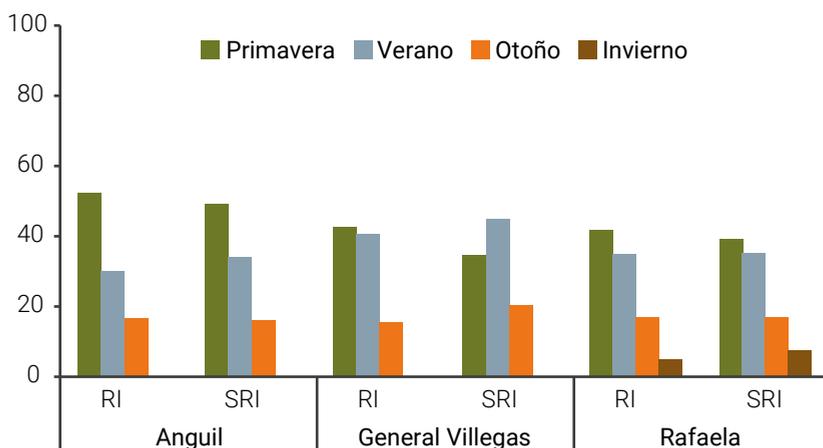
Distribución estacional de la producción de forraje

Como se mencionó anteriormente, los cultivares con reposo detienen su crecimiento en otoño-invierno, a diferencia de las variedades sin reposo que presentan una estación de crecimiento más extendida y, por ende, un período de utilización más amplio en el tiempo (Sheaffer *et al.*, 1992; Spada, 2003; Weishaar *et al.*, 2002). No obstante, la expresión de la potencial distribución estacional del rendimiento de forraje que cada cultivar posee está altamente influenciada por las condiciones ambientales donde se lo cultive.

En la Figura 7 se muestran los resultados del análisis de la distribución estacional de producción de MS de los cultivares de reposo intermedio y sin reposo incluidos en la serie de ensayos 2012 de la RECA INTA en tres localidades agroecológicamente diferentes: Anguil (zona semiárida), General Villegas (zona subhúmeda) y Rafaela (zona húmeda). Se observa que mientras en Rafaela el ciclo de crecimiento de ambos grupos de reposo invernal incluyó el invierno, en las zonas subhúmeda y semiárida esos mismos cultivares no registraron crecimiento invernal, aun para los del grupo sin reposo. También se aprecia que en Anguil la producción de forraje de ambos grupos de cultivares se concentró predominantemente en la primavera. En General Villegas la producción de forraje fue diferente entre los grupos de cultivares: los sin reposo acumularon más forraje en verano que en primavera, mientras que los con reposo intermedio acumularon forraje de manera similar en ambas estaciones. En Rafaela, la acumulación de forraje se produjo de manera similar en ambas estaciones y en ambos grupos de reposo.

Estos resultados indicarían que el crecimiento de los grupos de reposo no solo está afectado por el fotoperíodo y las temperaturas, sino también por las condiciones de humedad disponibles en las distintas áreas de cultivo. De acuerdo con esto último, se ha observado que en Manfredi, zona semiárida, la escasez de precipitaciones en invierno/inicio de la primavera, además de las bajas temperaturas, impiden a los

cultivares de menor grado de reposo expresar completamente su potencial genético de mayor distribución de la producción, a punto tal que tanto las variedades de GRI 5 a 7 como las de GRI 8 a 10 concentran su producción en primavera-verano, con escasas diferencias entre grupos de reposo (Figura 8).



■ **Figura 7.** Distribución estacional de la producción de forraje (en %) de los mismos cultivares de reposo intermedio (RI) y sin reposo (SRI) evaluados en tres localidades de la región Pampeana: Anguil (semiárido), General Villegas (subhúmedo) y Rafaela (húmedo) durante del período 2012-2015. Adaptado de Spada (2013; 2014) y Arolfo y Odorizzi (2015).

Las diferencias de distribución de la producción a lo largo de la temporada entre los cultivares de reposo intermedio y sin reposo se relacionaron con sus respectivas tasas de crecimiento. En la Figura 9 se resumen las tasas de crecimiento calculadas para Anguil, General Villegas y Rafaela durante el período 2012-2015. Como era esperable, se observa un pico a mediados de primavera-principios de verano; posteriormente, las tasas comienzan a disminuir a partir de mediados de verano, como respuesta a la disminución en la longitud del día. Esto es coincidente con lo informado por Brummer *et al.* (2000).

En líneas generales, en Anguil los dos grupos de reposo registraron valores similares a lo largo del año, con valores máximos de 75 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. Por el contrario, en General Villegas y Rafaela las tasas de crecimiento variaron entre años y estaciones; mientras que en la primera localidad

los valores máximos se alcanzaron durante el segundo ciclo y fueron del orden de 200 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los cultivares sin reposo, en Rafaela el mayor crecimiento se alcanzó durante la segunda temporada en los cultivares con reposo, llegando a 108 kg MS ha⁻¹ día⁻¹.

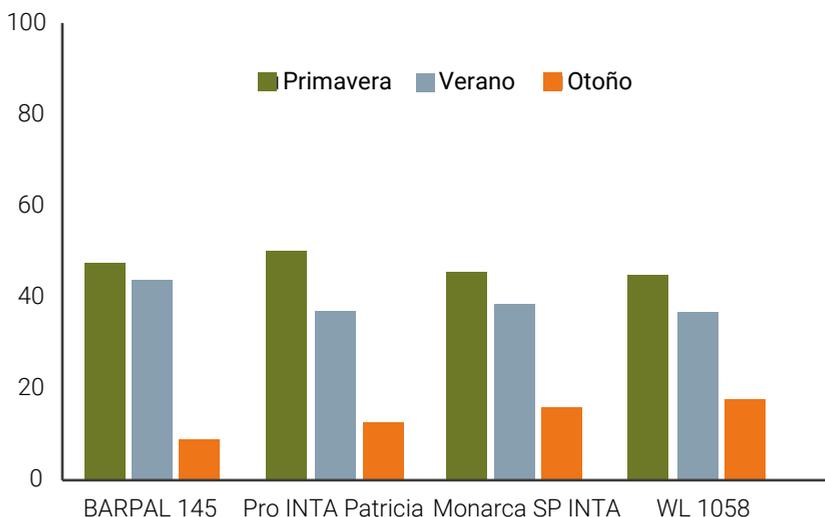
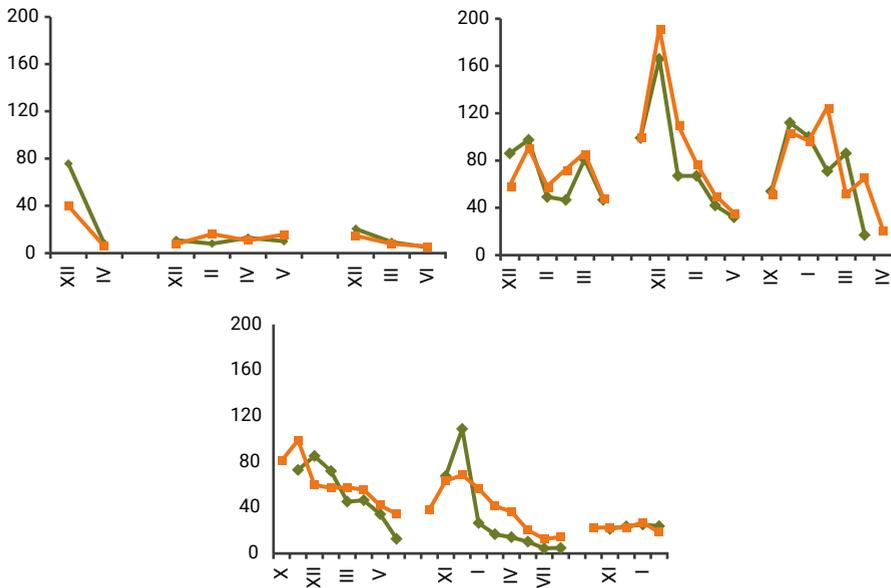


Figura 8. Distribución estacional de la producción de forraje (en %) de cuatro cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo invernal: BARPAL 145 (GRI 5), Pro INTA Patricia (GRI 7), Monarca SP INTA (GRI 8) y WL 1058 (GRI 10) en la EEA INTA Manfredi durante el período 2014-2016. Adaptado de Arolfo y Odorizzi (2015; 2016).

A similitud de Anguil, Pece y Cangiano (2003) habían estimado en Balcarce que las tasas de crecimiento de Victoria SP INTA (reposo intermedio) y Monarca SP INTA (sin reposo) fueron muy próximas entre sí. Las mayores diferencias se produjeron entre y dentro de años de utilización, lo que –de acuerdo a los mismos autores– refleja un mayor efecto de las condiciones meteorológicas que de las características del reposo invernal. También sugirieron que la igualdad de tasas de crecimiento entre ambos grupos de reposo se relacionaría con una suerte de compensación entre tamaño y número de tallos por unidad de superficie.

En Manfredi el cultivar Barpal 145 (GRI 5) registró las menores tasas de crecimiento y si bien el inicio de su crecimiento coincidió con el de Pro INTA Patricia (GRI 7), ambos cultivares lo hicieron más tardíamente que

Monarca SP INTA (GRI 8) y WL 1058 (GRI 10) en las dos temporadas consideradas (Figura 10).



■ **Figura 9.** Valores promedio de tasas de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) calculadas en el período 2012-2015 para cultivares de reposo intermedio (línea verde) y sin reposo (línea anaranjada) en Anguil, General Villegas y Rafaela. En números romanos se indican los meses del año correspondientes a cada temporada de evaluación (2012/13, 2013/14, 2014/15). Adaptado de Spada (2012; 2014) y Arolfo y Odorizzi (2015).

De la Figura 10 se infiere que Monarca SP INTA y WL 1058 tuvieron las máximas tasas de crecimiento, con valores del orden de los $155 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ durante la primavera; a partir de allí, se registró una declinación continua del crecimiento hacia el otoño, donde todos los cultivares crecieron a una tasa promedio de $15 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$. Esta similitud de crecimiento otoñal entre todas las variedades se relaciona más con la falta de disponibilidad de agua que con los mecanismos de reposo invernal. Como ya fuera comentado, la deficiencia hídrica en ese período del año impide la expresión del mayor potencial de crecimiento que tienen los cultivares de menor reposo invernal.

Por su parte, Zaniboni y Dillon (1999) estimaron que en General Villegas, bajo condiciones de pastoreo, las tasas de crecimiento primaverales

de los cultivares de GRI 5-7 fueron superiores a las de los cultivares sin reposo (GRI 9), con valores máximos valores de 80 y 70 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, respectivamente. En el otoño, las tasas de crecimiento no solo disminuyeron, sino que revirtieron, llegando a los 7 y 14 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ para los cultivares de reposo intermedio y sin reposo, respectivamente.

Es importante señalar, como concepto general, que las diferencias en las tasas de crecimiento que pueden detectarse entre cultivares de distinto grado de reposo a lo largo de la temporada no siempre se traducen en diferencias de producción acumulada de forraje. Esto también fue señalado por otros autores para otras condiciones de cultivo (Weishaar *et al.*, 2002).

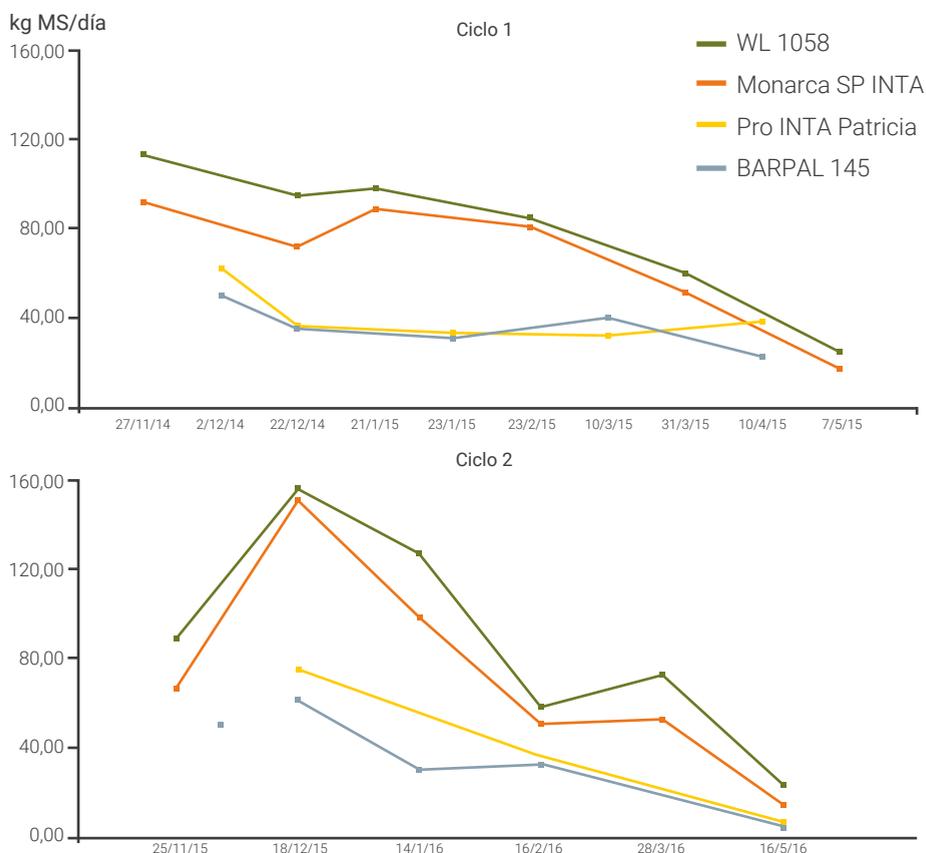


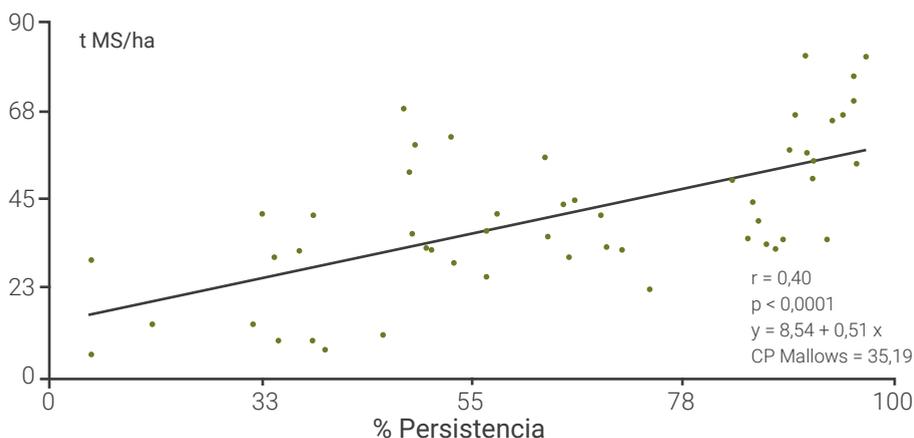
Figura 10. Tasas de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) registradas en Manfredi durante el período 2014/16 en cuatro cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo invernal: BARPAL 145 (GRI 5), Pro INTA Patricia (GRI 7), Monarca SP INTA (GRI 8) y WL 1058 (GRI 10). Adaptado de Arolfo y Odorizzi (2015; 2016).

Persistencia

Varios factores determinan la persistencia de la alfalfa. Entre ellos, la tolerancia a las bajas temperaturas invernales y la resistencia a plagas y enfermedades suelen consignarse como los más importantes. Sin embargo, respecto de esto último, Volenec *et al.* (2002) no encontraron una alta correlación entre buenos niveles de resistencia a plagas y enfermedades y elevados porcentajes de persistencia del cultivo en una amplia zona de los EE. UU. Este hecho, que es coincidente con la experiencia de muchos años de ensayos en varios ambientes de la región Pampeana (Basigalup, comunicación personal), indicaría que la persistencia del cultivo es un fenómeno complejo donde el comportamiento sanitario sería solo uno de los factores. En ese contexto, la supervivencia de las plantas se basaría mayoritariamente en procesos fisiológicos interdependientes, que condicionarían la adaptación y el comportamiento a lo largo del tiempo.

El rendimiento de forraje está directamente relacionado con la densidad de plantas del cultivo. Al analizar la información producida por la RECA INTA durante el período 2004-2014, se detectó una relación lineal ($r= 0,40$; $p<0,0001$) entre la producción de forraje acumulada durante cuatro años y la persistencia de cultivares de distinto GRI (Figura 11). Esta observación coincide con lo detectado por Cangiano (2002) y por los ensayos de la CSBC (Cámara de Semilleristas de La Bolsa de Cereales, 2008; 2012; 2014; 2016; 2018).

Esta relación directamente proporcional entre mayor persistencia y mayor producción de forraje se observó en todas las localidades de la red. Más aún, en algunas de ellas –como Hilario Ascasubi, Santiago de Estero, Marcos Juárez y Anguil– la correlación fue más alta (datos no mostrados). No obstante, como lo señalaron Kallenbach *et al.* (2002), este tipo de relación no siempre se verifica, dado que el cultivo puede compensar la pérdida de plantas con un aumento del número de tallos en las plantas remanentes, lo que concuerda con lo expresado por Sheaffer *et al.* (1988). Esto explicaría la inconsistencia de algunos resultados que se registraron en los ensayos de la RECA INTA durante los ciclos 2006-2010 y 2014-2018.



■ **Figura 11.** Relación entre producción de forraje acumulada (t MS ha⁻¹) y persistencia (%) de cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo invernal incluidos en la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA, período 2004-2014.

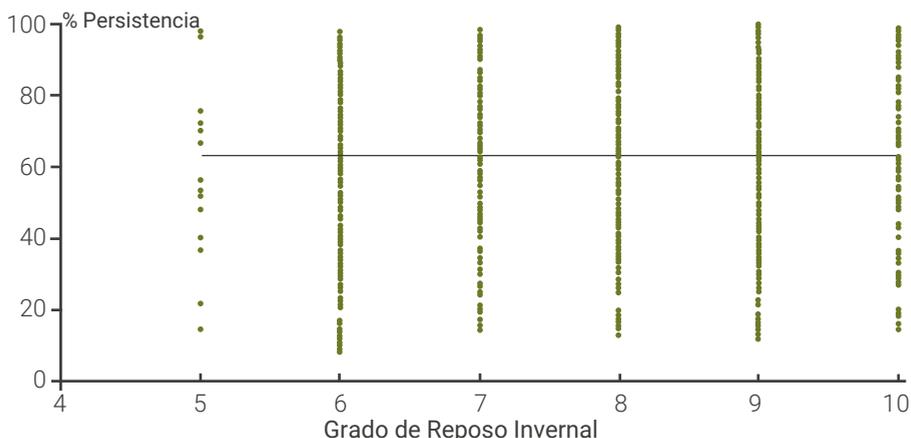
Otro concepto que estaba muy difundido y aceptado hace unos años, es la existencia de una relación directa entre grado de reposo y persistencia, en virtud de la cual se decía que los cultivares de mayor reposo eran más longevos que los sin reposo (Rossanigo *et al.*, 1995). Sin embargo, el análisis de los últimos diez años de ensayos de la RECA INTA permite concluir que esta tendencia no es necesariamente aplicable en todos los casos. En Argentina, la persistencia en todos los grados de reposo fue similar en la mayoría de las localidades, alcanzando un promedio de 60 % de plantas de la población original al cabo de cuatro temporadas. Esto contrasta con la menor persistencia de los cultivares sin reposo que se observa en las altas latitudes en el hemisferio norte, donde se registran temperaturas mucho más bajas que en la mayor parte de la región alfalfera argentina. De cualquier manera, independientemente de esta diferencia ambiental entre ambas situaciones, Volenec *et al.* (2002) consideran que el mejoramiento genético tradicional por mayor resistencia a bajas temperaturas invernales realizado en EE. UU. no ha sido totalmente efectivo para aumentar la persistencia.

El análisis de los datos de la serie 2004-2016 de la RECA INTA indica que tanto la persistencia promedio de los cultivares de distinto GRI como la variabilidad entre cultivares dentro de cada grupo de reposo fueron muy similares (Figura 12). De la misma manera, la información recogida en la red de la CSBC indica que los cultivares de diferente GRI

se comportaron de manera similar (Cámara de Semilleristas de La Bolsa de Cereales, 2008; 2012; 2014; 2016; 2018).

Por un lado, al igual que en la producción de forraje, la persistencia también muestra una importante interacción variedad*localidad. Si se asume que el comportamiento exhibido por dos cultivares de distinto grado de reposo, como Monarca SP INTA (GRI 8) y Pro INTA Luján (GRI 6), puede extrapolarse a los otros cultivares evaluados en la red del INTA durante 2004-2014, puede afirmarse que para una misma variedad la persistencia varió tanto entre períodos de utilización como entre localidades. Así, la persistencia de Monarca SP INTA en Paraná osciló entre 35 % y 93 % y en Anguil entre 45 % y 70 %. Por otro lado, la persistencia de Pro INTA Luján, con excepción de Manfredi y Rafaela, fue bastante más estable entre ciclos dentro de una misma localidad y aun entre localidades de una misma serie de ensayos. Durante todo el período considerado, tanto Pro INTA Luján como Monarca SP INTA tuvieron siempre una mayor proporción de supervivencia en Hilario Ascasubi que en el resto de las localidades. De todas maneras, si se considera la totalidad de los cultivares evaluados en ese período (2004-2014), se aprecia una gran influencia tanto de localidades como de años de evaluación, haciendo que en ninguna localidad ni en ninguna serie de ensayos se alcance una persistencia promedio superior al 40 %. No obstante, hubo cultivares –como Cautiva II, CW 194, Limay PV INTA, Mecha, Pintado, Saltana y WL 919– que registraron en la mayoría de las localidades una persistencia cercana o superior al 70 % (Spada, 2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2013; Arolfo y Odorizzi, 2015; 2016; 2017; 2018).

Como ya fuera señalado, la asociación entre persistencia y daño de enfermedades o plagas no sigue una tendencia clara. Sin embargo, en algunas ocasiones, la ocurrencia de condiciones ambientales muy favorables para los patógenos o para el estrés de las plantas puede condicionar grandemente la supervivencia de las variedades. Por ejemplo, en Rafaela y Concepción del Uruguay, durante las temporadas 2015-17 se observó que el anegamiento del suelo causado por intensas lluvias favoreció el ataque de enfermedades de raíz y corona, al punto de ocasionar una gran mortandad de plantas en el segundo y tercer año de evaluación de las series sembradas en 2012 y 2014 (Arolfo y Odorizzi, 2015; 2016; 2017).



■ **Figura 12.** Persistencia (%) de cultivares de alfalfa incluidos en la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA en el período 2004-2016 agrupados según su grado de reposo invernal (5 a 10).

Por un lado, bajo condiciones de pastoreo, Zaniboni y Dillon (1999) no registraron diferencias de supervivencia entre cultivares de GRI 5 y 9, logrando en General Villegas pasturas con una alta persistencia. Por otro lado, en el sur de la provincia de Buenos Aires y en asociaciones de alfalfa con pasto llorón (*Eragrostis curvula*), Aduriz *et al.* (1997) no detectaron diferencias de persistencia entre variedades de reposo intermedio y sin reposo, observando en ambos grupos una disminución paulatina y lineal de la población de plantas a través de los años.

Resistencia a plagas y enfermedades

Además de afectar la productividad y persistencia de la alfalfa, las plagas y enfermedades disminuyen la calidad del forraje y pueden sensibilizar las plantas al efecto factores bióticos y abióticos de estrés. Por ello, al momento de elegir los cultivares de alfalfa para sembrar, es importante elegir aquellos que tengan altos niveles de resistencias a las plagas y enfermedades de mayor impacto económico en el área. Hijano *et al.* (1986) identificaron las principales enfermedades que, por difusión y grado de daño, afectan al cultivo en la región Pampeana. Este trabajo sirvió oportunamente de base para la fijación de los objetivos de mejoramiento genético para el desarrollo de variedades con resistencia múltiple a los principales problemas sanitarios del cultivo.

De acuerdo a su comportamiento frente al ataque de plagas y enfermedades, los cultivares se clasifican: a) resistentes: las plantas son capaces de restringir o eliminar la actividad de un patógeno; b) tolerantes: las plantas no impiden el avance ni el desarrollo del patógeno, pero lo soportan sin manifestar disminución significativa de su producción; y c) susceptibles: las plantas son incapaces de restringir la actividad del patógeno y sufren daños económicos o la muerte.

La forma usual de expresar el nivel de resistencia a plagas y enfermedades que posee un cultivar de alfalfa es a través de una categorización basada en el porcentaje de plantas resistentes presentes en la población (Tabla 2). Esos porcentajes de resistencia se determinan en pruebas estandarizadas bajo condiciones controladas y con participación de testigos resistentes y susceptibles (*North American Alfalfa Improvement Conference*, 1998).

■ **Tabla 2.** Categorías de resistencia basadas en los porcentajes de plantas resistentes a plagas y enfermedades. Adaptado de NAAIC (1998).

AR	altamente resistente	≥51 %
R	resistente	31-50 %
MR	moderadamente resistente	15-30 %
BR	baja resistencia	6 - 14 %
S	susceptible	≤5 %

Nótese que en la Tabla 2 no se incluye la categoría “inmune” y que la categoría “altamente resistente” supone la existencia de hasta 49 % de plantas susceptibles en la población. De ese modo, un primer análisis de la situación podría sugerir que esta categorización reflejara niveles de resistencia aparentemente insuficientes para proveer un adecuado nivel de protección al cultivo. No obstante, Miller (1993) estableció que una variedad necesita solo entre 31 y 50 % de plantas resistentes para interrumpir efectivamente el efecto de un patógeno –asumiendo que esas plantas resistentes estén distribuidas al azar en el lote– y mostrar una ventaja económica significativa.

En consecuencia, se recomienda que la elección de los cultivares para utilizar considere no solo el potencial de producción, la persistencia y el grado de reposo invernal, sino también el comportamiento frente a

plagas y enfermedades. Por ello, en la Tabla 3 se presenta la nómina de los cultivares que participaron en los ensayos de la red del INTA en el período 2004-2018, incluyendo su grado de reposo invernal y su caracterización de resistencia a las plagas y enfermedades económicamente más importantes, a saber: pulgón moteado (*Therioaphis trifolii*), pulgón verde (*Acyrtosiphum pisum*), pulgón azul (*A. kondoi*), fitóftora (*Phytophthora megasperma f sp medicaginis*), fusariosis (*Fusarium oxysporum f sp medicaginis*) y antracnosis (*Colletotrichum trifolii*).

■ **Tabla 3.** Nómina de cultivares ordenados por grado de reposo invernal (GRI) que fueron incluidos en los ensayos de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA entre 2004 y 2018. Se incluye también la categorización de sus niveles de resistencia a pulgones y a enfermedades económicamente importantes. Adaptado de Spada (2004; 2006; 2008; 2010; 2012; 2014) y de Arolfo y Odorizzi (2016; 1018). Referencias: AR = alta resistencia (> 51 %); R = resistencia (31-50 %); MR = moderada resistencia (15-30 %); BR = baja resistencia (6-14 %) y S = susceptibilidad (<5 %).

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
BAR 580	5	R	R	R	AR	R	AR
BAR PAL 145	5	R	AR	AR	R	AR	AR
CANDELA	5	R	MR	R	MR	AR	BR
GRAZEKING	5	R	AR	AR	AR	AR	AR
KEY II	5	R	ME	R	AR	AR	AR
TITÁN 5	5	R	R	-	R	-	-
56 S 82	6	MR	AR	AR	AR	AR	AR
ACA605	6	R	R	AR	MR	AR	MR
ACA 605	6	R	R	AR	MR	AR	MR
AMÉRICA SD	6	AR	R	R	R	AR	AR
ANDINA	6	R	R	MR	AR	R	MR
ANGENTA	6	R	MR	R	R	R	R
AW mAR	6	MR	MR	AR	AR	AR	BR
BARPAL 236	6	AR	R	AR	R	R	R
CANDOMBE	6	AR	AR	AR	AR	AR	AR
CARABELLA	6	R	R	MR	MR	R	MR

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
CATALINA	6	R	R	AR	AR	AR	R
CW 620	6	AR	AR	AR	AR	AR	AR
CW 660	6	AR	AR	R	R	R	R
DK 166	6	AR	R	AR	AR	AR	AR
DON ENRIQUE	6	R	AR	R	R	-	MR
DORIVE	6	R	R	R	R	R	AR
EXP 2046	6	R	AR	R	MR	-	-
Exp LOS PRADOS	6	R	AR	R	R	AR	AR
G 686	6	AR	R	AR	AR	AR	AR
GALA	6	AR	AR	R	AR	AR	AR
GARUFA	6	AR	AR	R	AR	AR	AR
HUELLA	6	R	R	MR	ME	R	MR
MAGNA 601	6	AR	AR	AR	AR	AR	R
MARA	6	AR	R	-	AR	AR	BR
NOVEL 620	6	-	AR	-	AR	AR	R
OCCITANE	6	MR	AR	S	AR	R	BR
PAMPA FLOR	6	AR	MR	AR	MR	MR	MR
PICASSO 617	6	R	R	AR	AR	AR	MR
PINTADO	6	AR	AR	AR	R	AR	R
PINTO	6	AR	AR	R	AR	AR	AR
PINTO II	6	AR	AR	AR	AR	AR	AR
PRO INTA LUJÁN	6	R	AR	MR	MR	AR	BR
REGINA	6	R	-	AR	R	R	R
TABA	6	AR	R	R	BR	R	MR
TANGO	6	AR	AR	R	AR	AR	AR
VENUS	6	R	R	R	R	AR	R
VERZY	6	MR	R	R	MR	AR	AR
VICTORIA SP INTA	6	R	R	MR	MR	R	MR
WL 611	6	AR	AR	AR	AR	AR	AR
ZZ 506	6	R	R	R	R	R	R

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
ZZ506 H*	6	-	-	-	-	-	-
5681	7	R	R	S	R	R	S
5683	7	R	R	S	R	R	S
ALFA 70	7	AR	AR	AR	AR	AR	R
ANTARES	7	MR	R	R	AR	R	R
AW IND	7	AR	AR	AR	MR	MR	MR
BARMED	7	R	R	R	MR	R	R
CRIOULA	7	R	AR	-	AR	R	AR
LPS 681	7	R	-	MR	AR	AR	MR
MAGNA 787	7	R	R	R	R	AR	R
MEDALLION	7	R	R	AR	AR	AR	R
NOBEL 72	7	-	AR	-	AR	AR	AR
PASTORA	7	R	R	R	R	R	AR
PRO INTA PATRICIA	7	R	MR	MR	MR	MR	MR
PULMARI INTA PV	7	R	AR	R	R	AR	MR
ROBERTA	7	R	AR	R	R	AR	AR
SEMIT 711	7	R	AT	AT	R	-	AT
SUTTER	7	AR	AT	AR	AR	AR	BR
SW 7410	7	AR	R	R	R	AR	MR
TEQUILLA	7	BR	AR	BR	R	R	S
TITÁN 7	7	AR	R	-	R	-	-
VERDOR	7	R	R	R	R	AR	R
VERZY	7	MR	R	R	MR	AR	AR
WL 442	7	AR	AR	AR	AR	AR	AR
ALAZAN	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
ARMONA	8	AR	AR	R	MR	AR	MR
BACANA	8	AR	AR	AR	AR	AR	MR
BAR 814	8	AR	R	R	AR	AR	AR
BARALFA 85	8	AR	AR	AR	AR	AR	R
BARPAL 258	8	R	AR	MR	MR	MR	R

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
CS 01	8	R	MR	AR	R	-	BR
CS 02	8	MR	R	R	R	-	S
CW 809	8	R	AR	R	AR	AR	AR
CW 830	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
DK 189	8	AR	R	R	AR	R	AR
DK 194	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
DLF 894	8	AR	AR	R	R	R	R
ESTANZUELA CHANÁ	8	R	MR	R	AR	R	R
ETERNA	8	R	-	MR	MR	-	BR
EXP 1048	8	R	R	MR	R	MR	R
FG 814T030	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
FRANCA	8	AR	R	R	R	AR	R
FRANCESCA	8	AR	AR	R	AR	AR	AR
FULANA	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
G 810 +	8	AR	R	AR	AR	AR	AR
G 909	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
GATEADO	8	AR	AR	AR	AR	AR	R
LACTA 820	8	-	AR	-	MR	AR	MR
MAGNA 801	8	AR	AR	AR	AR	AR	R
MAGNA 804	8	AR	AR	AR	AR	AR	MR
MAGNA 860	8	AR	AR	AR	AR	AR	MR
MAGNA 868	8	AR	R	AR	AR	AR	R
MARICOPA	8	AR	AR	R	AR	R	AR
MARTINA	8	AR	AR	AR	R	AR	AR
MEDINA	8	R	R	R	AR	AR	-
MFE 803 **	8	AR	MR	MR	MR	AR	BR
MONARCA LAS PRADERAS	8	AR	AR	AR	R	R	MR
MONARCA SP INTA	8	AR	AR	AR	R	R	MR

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
PRO INTA CARMINA	8	AR	AR	MR	MR	AR	BR
PRO INTA SUPER MONARCA	8	AR	R	MR	MR	AR	MR
RD 69	8	R	AR	MR	-	R	S
RÍO GRANDE	8	AR	AR	-	-	AR	AR
SOFÍA	8	R	R	R	R	R	R
SORAYA	8	R	AR	MR	R	AR	AR
TOPPER	8	R	MR	MR	AR	AR	R
URUALFA 8	8	R	AR	AR	AR	AR	AR
VERDOR	8	R	R	R	R	AR	R
WL 818	8	AR	AR	AR	AR	AR	AR
YOLO	8	AR	AR	R	AR	MR	AR
5939	9	AR	AR	AR	AR	AR	R
59 N 59	9	AR	AR	MR	R	AR	R
ACA 903	9	R	-	AR	AR	AR	R
BACANA	9	AR	AR	AR	AR	AR	MR
BAR PAL 139	9	R	AR	R	AR	AR	AR
BAR PAL 149	9	R	MR	AR	MR	R	MR
BAR PAL 290	9	R	R	MR	R	R	MR
BAR VRD	9	AR	R	AR	R	AR	R
BARALFA 9242	9	AR	AR	AR	AR	R	R
BÁRBARA SP INTA	9	R	MR	R	R	AR	MR
BRAVA GS	9	MR	AR	AR	AR	MR	R
CATALINA (SW)	9	AR	R	ME	R	AR	-
CAUTIVA	9	R	AR	AR	MR	R	MR
CAUTIVA II	9	AR	AR	R	AR	AR	AR
CW 194	9	R	AR	AR	R	AR	R
CW 194 PREMIUM	9	AR	AR	AR	R	AR	R
CW 197	9	AR	AR	R	AR	MR	AR
DK 191	9	AR	AR	AR	AR	AR	AR

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
DK 192	9	R	R	R	R	R	T
DK 193	9	AR	AR	AR	AR	AR	MR
DK 194	9	AR	AR	AR	AR	AR	AR
EBC 90	9	MR	-	R	AR	-	R
EBC 909 Max	9	AR	AR	AR	R	AR	R
EXP LT 58-39	9	-	AR	AR	AR	AR	R
G 969	9	R	AR	AR	R	AR	AR
G 969 +	9	AR	AR	AR	AR	AR	AR
GALIA	9	AR	R	R	AR	AR	R
GITANA	9	R	R	R	MR	AR	R
HÉRCULES	9	MR	MR	-	R	-	-
LIMAY PV INTA	9	R	AR	R	MR	AR	R
LPS 8500	9	AR	AR	AR	AR	AR	MR
LPS 9500	9	AR	AR	AR	AR	AR	R
LPS 9501	9	AR	R	AR	R	AR	R
MAGNA 4 N 900	9	AR	-	AR	AR	AR	R
MAGNA 901	9	AR	R	R	AR	AR	R
MAITENA	9	AR	AR	AR	AR	AR	AR
MECHA	9	AR	AR	AR	AR	AR	AR
MH RD1 SS	9	-	-	-	-	-	-
MH RD1 SS*	9	-	-	-	-	-	-
MILONGA	9	AR	R	AR	AR	AR	R
MILONGA II	9	AR	AR	AR	AR	AR	AR
MILONGA III	9	AR	AR	AR	R	R	R
NEO ALFA	9	R	AR	AR	R	AR	AR
PANALFA 90	9	AR	AR	AR	AR	AR	R
PATRIARCA	9	AR	-	R	R	R	R
PF 9000	9	AR	AR	AR	AR	R	AR
PGW931	9	AR	R	R	AR	R	AR

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
PRO INTA MORA	9	R	MR	R	MR	R	R
QUEEN 910	9	R	AR	R	AR	AR	AR
SALINA PV	9	AR	R	AR	AR	MR	BR
SALTANA	9	AR	R	AR	R	AR	-
SUPERSONIC	9	R	R	AR	R	R	MR
SUPERSTAR	9	AR	AR	R	AR	AR	MR
SUPREMA	9	-	R	AR	MR	AR	R
SW 9215	9	AR	R	AR	R	AR	-
SW 9628	9	AR	R	R	R	R	-
TARGET 990	9	R	AR	AR	AR	AR	AR
TIGRESA	9	R	R	-	R	R	R
TITÁN 9	9	AR	R	-	AR	-	-
TRAFUL INTA PV	9	R	AR	AR	R	AR	MR
TRINIDAD 87	9	AR	AR	AR	MR	AR	S
URUALFA 9	9	AR	AR	R	AR	AR	AR
VILLA	9	MR	R	R	R	R	MR
WL 903	9	AR	AR	AR	AR	AR	MR
WL 919	9	AR	AR	AR	AR	AR	R
ZAINO	9	AR	AR	R	AR	AR	AR
ZZ 809 S	9	R	R	R	R	R	R
SALADO	9,5	R	MR	AR	-	R	-
BAL PAL 10	10	AR	R	R	MR	AR	R
CS 03	10	R	R	MR	R	-	BR
CS 04	10	R	R	R	BR	-	S
CS 05	10	MR	R	R	BR	-	S
CW 1010	10	AR	AR	AR	AR	AR	R
EXP G 10	10	AR	-	R	AR	AR	MR
MIREYA	10	AR	AR	AR	AR	AR	MR
MIREYA II	10	AR	AR	AR	AR	AR	R
ROSILLO	10	AR	AR	AR	R	AR	-

Cultivar	GRI	Pulgón			Fitóftora	Fusariosis	Antracnosis
		Moteado	Verde	Azul			
RUANO	10	AR	AR	AR	R	AR	R
SARDI 10	10	AR	R	R	MR	AR	R
SW 10	10	AR	R	R	R	AR	MR
URUALFA 10	10	AR	AR	R	AR	AR	AR
WL 1058	10	AR	AR	AR	AR	AR	AR
WL 1090	10	AR	R	AR	AR	R	MR

Consideraciones finales

Si bien la información presentada en este capítulo ha sido generada en ensayos conducidos bajo condiciones de corte, es importante mencionar que existe suficiente evidencia en favor de que el ordenamiento de los cultivares por producción de forraje y persistencia bajo condiciones de pastoreo no difiere mayormente de observada bajo corte (Kallenbach et al., 2002; Miller, 1993; Mombelli y Spada, 1995). Esta información adquiere una gran trascendencia para el país, dado que gran parte de la superficie cultivada con alfalfa se utiliza en condiciones de pastoreo directo.

El alto número de cultivares actualmente disponibles en el mercado y la fuerte interacción cultivar*localidad tornan imprescindible el poder contar con información sobre el comportamiento de cada variedad en el área específica donde se implantará el cultivo. A eso precisamente apuntan las redes de evaluación de cultivares, tanto públicas (INTA) como privadas. También sobre la base de la marcada influencia que el ambiente ejerce sobre el comportamiento de los cultivares, es importante que los programas de mejoramiento para el desarrollo de variedades incluyan como objetivos de selección de genotipos la adaptación a diferentes áreas ecológicas, o al menos a macroambientes particulares.

AGRADECIMIENTOS

Este capítulo se pudo escribir gracias a la información producida por los responsables de la conducción de los ensayos y el personal de campo que participa en cada localidad de la Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa del INTA. Un especial reconocimiento a los profesionales responsables en cada unidad: Laura Fontana, Luis Romero, Mario Funes, Mónica Cornacchione, Juan José Gallego, Fernanda Neira Zilli, María Cecilia Sardiña, Cristina Ugarte, Jessika Cavalieri, Alejo Ré, Damián Zamora, Dardo Fontanella, Agustín Pazos, Eduardo Matinatta, Miguel Amigone, Sebastián Chiacchiera, Juan Martín García, Elena Di Nucci de Bedendo y Verónica Casado.

BIBLIOGRAFÍA

- ADURIZ, M.A.; A.O. GALGANO; M.C. SALDUNGARAY. 1997. *Asociaciones de pasto llo-rón con alfalfas de diferente latencia*. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17(2): 125-137.
- AROLFO, V.; A. ODORIZZI. 2015. *Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales*. EEA Manfredi, INTA, Año 25, N.º 25, 63 p.
- AROLFO, V.; A. ODORIZZI. 2016. *Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales*. EEA Manfredi, INTA, Año 26, N.º 26, 83 p.
- AROLFO, V.; A. ODORIZZI. 2017. *Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales*. EEA Manfredi, INTA, Año 27, N.º 27, 67 p.
- AROLFO, V.; A. ODORIZZI. 2018. *Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales*. EEA Manfredi, INTA, Año 28, N.º 28, 91 p.
- BERTRAND, A.; M. BIPFUBUSA; A. CLAESSENS; S. ROCHER; Y. CASTONGUAY. 2017. *Effect of photoperiod prior to cold acclimation on freezing tolerance and carbohydrate metabolism in alfalfa (Medicago sativa L)*. *Plant Science* 264: 122-128.
- BUSBICE, T.H.; C.P. WILSIE. 1965. *Fall growth, winter hardiness, recovery after cutting and wilt resistance in F2 progenies of Vernal x DuPuits alfalfa crosses*. *Crop Sci.* 5: 429-432.
- BRUMMER, E.C.; M.M. SHAH; D. LUTH. 2000. *Re-examining the relationship between fall dormancy and winter hardiness in alfalfa*. *Crop Sci.* 40: 971-977.
- BRUMMER, C. K.; J. MOORE; C. BJORK. 2002. *Agronomic consequences of dormant-nondormant alfalfa mixtures*. *Agron. J.* 97: 782-785.
- BRUNO, O.A. 2004. *Estadísticas y evolución productiva de cultivares forrajeros. Leguminosas (alfalfa y tréboles)*. *Forrajes 2004-Cómo producir y aprovechar el forraje eficientemente en la empresa agropecuaria del futuro*. Seminario Técnico. Buenos Aires, Argentina. 81-84 pp.
- CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES. 2008. *Pastura Test. Resultados de la campaña 2007/08*. Buenos Aires, Argentina, 96 p.
- CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES 2012. *Pastura Test. Resultados de la campaña 2011/12*. Buenos Aires, Argentina, 40 p.

- CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES 2014. *Pastura Test. Resultados de la campaña 2013/14*. Buenos Aires, Argentina, 60 p.
- CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES 2016. *Pastura Test. Resultados de la campaña 2015/16*. Buenos Aires, Argentina, 27 p.
- CÁMARA DE SEMILLERISTAS DE LA BOLSA DE CEREALES 2018. *Pastura Test. Resultados de la campaña 2017/18*. Buenos Aires, Argentina, 32 p.
- CANGIANO, C.A. 2002. *Rendimiento y persistencia de cultivares*. En: CANGIANO, C.A.; L. ABDELHADI (Eds.). *Manual de Alfalfa (CD)*. INTA. Buenos Aires, Argentina. 111-159 pp.
- CASLER, M.; D.J. UNDERSANDER. 2000. *Forage Yield precision, experimental design, and cultivar mean separation for alfalfa cultivar trials*. *Agron. J.* 92: 1064-1071.
- CASTONGUAY, Y.; P. NADEAU; P. LECHASSEUR; L. CHOUINARD. 1995. *Differential accumulation of carbohydrates in alfalfa cultivars of contrasting winter hardiness*. *Crop. Sci.* 35: 509-516.
- CUNNINGHAM, S.M.; J.J. VOLENEC; L.R. TEUBER. 1998. *Plant survival and root and bud composition of alfalfa populations selected for contrasting fall dormancy* *Crop Sci.* 38: 962-970.
- CUNNINGHAM, S.M.; J.A. GANA; J.J. VOLENEC; L.R. TEUBER. 2001. *Winter hardiness, root physiology, and gene expression in successive fall dormancy selections from 'Mesilla' and 'CUF 101' alfalfa* *Crop Sci.* 41: 1091-1098.
- DEMIRBAG, N.S.; OZKAN, U. 2016. *Effects of Fall Dormancy and Cutting Times on Alfalfa's Forage Yield and Quality Components Under Central Anatolian Conditions*. *Journal of Applied Biological Sciences* 10 (3): 61-64.
- DUBOIS, M. 2004. *La evolución del mercado varietal forrajero y la red de ensayos de la cámara de semilleras. Forrajes 2004-Cómo producir y aprovechar el forraje eficientemente en la empresa agropecuaria del futuro. Seminario Técnico*. Buenos Aires, Argentina. 77-80 pp.
- HAAGENSON, D.M.; S.M. CUNNINGAM; J.J. VOLENEC. 2003. *Root physiology of less fall dormant, winter hardy alfalfa selections*. *Crop Sci.* 43: 1441-1447.
- HALL, M.; W.S SMILES; R.A. DICKERSON. 2000. *Morphological development of alfalfa cultivars selected for higher quality*. *Agron J.* 92: 1077-1080.
- HIJANO, E.H.; D.H. BASIGALUP; O.A. BRUNO; R.J. LEON; G. RINALDI; M. DEL C. SPADA. 1986. *Diagnósticos comparativos de problemas radiculares de alfalfa en tres localidades de la Argentina*. *Revista Agronómica de Manfredi (RAM)* 2 (2): 5-21.
- HIJANO, E.H. 1993. *Variedades mejoradas: ¿Superan a las alfalfas comunes?* *Anguil a Toda Alfalfa*. 3.º Jornada de Actualización para Productores Agropecuarios. EEA Anguil INTA. Anguil, La Pampa, Argentina. 1-3 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS, 2019. *Catálogo Nacional de Cultivares*. (Disponible: <https://gestion.inase.gov.ar/consultaGestion/gestiones consultado: 21/3/2019>).

- KALLENBACH, R.L.; C.J. NELSON; J.H. COUTTS. 2002. *Yield, quality, and persistence of grazing- and hay-type alfalfa under three harvest frequencies*. *Agron. J.* 94: 1094-1103.
- KNIPE, B.; P. REISEN; M. MCCASLIN. 1997. *The importance of fall dormancy to yield, persistence and forage quality*. *Proceedings 27th California Alfalfa Symposium*. University of California. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 22/5/2019).
- KNIPE, B.; P. REISEN; M. MCCASLIN. 1998. *The relationship between fall dormancy and stand persistence in alfalfa varieties*. *Proceedings 28th California Alfalfa Symposium*. University of California. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 22/5/2019).
- LIU, Z.; X. LI; Z. WANG; Q. SUN. 2015. *Contrasting strategies of alfalfa stem elongation in response to fall dormancy in early growth stage: the tradeoff between internode length and internode number*. *PLoS ONE* 10(8): e0135934. doi:10.1371/journal.pone.0135934
- MARBLE, V. 1986. *Relative advantages of different dormancies of alfalfa grown in Central and Northern California*. *Proceedings 18th California Alfalfa and Forage Symposium*. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 27/6/2019).
- MCKENZIE, J.C.; R. PAQUIN; S.H. DUKE. 1988. *Cold and heat tolerance*. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. HILL, Jr. (Eds.). *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. ASA/CSSA/SSSA, Agronomy Monograph 29. Madison, Wisconsin. 259-302 pp.
- MILLER, D.R. 1993. *Alfalfa disease and resistant varieties*. *Proceedings 23rd California Alfalfa and Forage Symposium*. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 29/4/2019).
- MOMBELLI, J.C.; M. DEL C. SPADA. 1995. *Adaptación al pastoreo de cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo*. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 15 (1): 278-280.
- NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE. 1998. FOX, C.; R. BERBERET; F. GRAY; C. GRAU; D. JESSEN; M. PETERSON (Eds.). *Standard Tests to Characterize Alfalfa Cultivars (3rd edition)*. (Disponible: <http://naaic.org> consultado: 21/3/2019).
- PECE, M.A.; C.A. CANGIANO. 2003. *Tasa de acumulación de la biomasa aérea en dos cultivares de alfalfa (Medicago sativa L.) en Balcarce*. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23(1)33-34.
- PEMBLETON; K.G.; P. SATHISH. 2014. *Giving drought the cold shoulder: a relationship between drought tolerance and fall dormancy in an agriculturally important crop*. *AoB PLANTS* 6: plu012. doi:10.1093/aobpla/plu012
- POOLE, G.; D. PUTNAM; S. ORLOFF. 2003 *Considerations in choosing an alfalfa variety*. *Proceedings 33rd California Alfalfa and Forage Symposium*. 191-200 pp. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 29/4/2019).
- PUTNAM, D.; S. ORLOFF. 2003. *Using varieties or cutting schedules to achieve quality hay – What are the tradeoffs*. *Proceedings 33rd California Alfalfa and Forage Symposium*. 201-214 pp. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 29/4/2019).
- PUTNAM, D.; S. MUELLER; C. FRATE; M. CANEVARI; AND S. ORLOFF. 2012. *Key practices for alfalfa stand establishment*. *Proceedings, California Alfalfa and Grain Symposium, Sacramento, CA*. UC Cooperative Extension, Agronomy Research and Extension

Center, Plant Sciences Department, University of California, Davis 95616. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 25/7/2019).

ROSSANIGO, R.; M. DEL C. SPADA; O.A. BRUNO. 1995. *Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en la Argentina*. En: HIJANO, H; A. NAVARRO (Eds.). *La alfalfa en la Argentina*. Enc. Agro de Cuyo, Manuales N.º 11. San Juan, Argentina. 78 pp.

SHEAFFER, C.C.; G.D. LACEFIELD; V.L. MARBLE. 1988. *Cutting schedules and stands*. En: HANSON, A.A.; D.K. BARNES; R.R. HILL, Jr. (Eds.) *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. ASA/CSSA/SSSA, Agronomy Monograph 29. Madison, Wisconsin. 412-430 pp.

SHEAFFER, C.C.; D.K. BARNES; D.D. WARNES; W.E. LUESCHEN; H.J. FORD; D.R. SWANSON. 1992. *Seedling-year cutting effects on winter survival and its association with fall growth score in alfalfa*. *Crop. Sci.* 32: 225-231.

SPADA, M. DEL C. 2003. *¿Cómo se acumula la producción de forraje de alfalfa?* Jornada Técnica *Todo Alfalfa*. Área de Producción Animal. EEA Manfredi, INTA, 18 p.

SPADA, M. DEL C. 2004. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 14, N.º 14, 48 p.

SPADA, M. DEL C. 2006. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 16, N.º 16, 70 p.

SPADA, M. DEL C. 2008. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 18, N.º 18, 88 p.

SPADA, M. DEL C. 2010. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 20, N.º 20, 89 p.

SPADA, M. DEL C. 2012. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 22, N.º 22, 97 p.

SPADA, M. DEL C. 2013. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 23. N.º 23, 75 p.

SPADA, M. DEL C. 2014. *Avances en Alfalfa*. Ensayos territoriales. EEA Manfredi, INTA, Año 24, N.º 24, 98 p.

TEUBER, L.R.; K.T. TAGGARD; L.K. GIBBS; S. ORLOFF. 1995. *Characterization of a Certified Alfalfa Cultivar: Importance and Evaluation of Fall Dormancy*. *Proceedings 25th California Alfalfa and Forage Symposium*. (Disponible: <http://alfalfa.ucdavis.edu> consultado: 2/5/2019).

TEUBER, L.R.; K.L. TAGGARD; L.K. GIBBS; M.H. MCCASLIN; M.A. PETERSON; D.K. BARNES. 1998 (revised). *Fall Dormancy*. En: FOX, C.; R. BERBERET; F. GRAY; C. GRAU; D. JESSEN; M. PETERSON. (Eds.). *Standard Test to Characterize Alfalfa Cultivars (3rd edition)*. Published by North American Alfalfa Improvement Conference. *Agronomic Tests*. A-1 p.

VENTRONI, L.M.; J.J. VOLENEC; CANGIANO, C.A. 2010. *Fall dormancy and cutting frequency impact on alfalfa yield and yield components*. *Field Crops Research* 119: 252-259. doi: 10.1016/j.fcr.2010.07.015

VOLENEC, J.J.; S.M. CUNNINGHAM; D.M. HAAGENSON; W.K. BERG; B.C. JOERN; D.W. WIERSMA. 2002. *Physiological genetics of alfalfa improvement: past failures, future prospects*. *Field Crops Research* 75 (2-3): 97-110. (Disponible: <http://Elsevier Science> consultado: 12/3/2019).

WEISHAAR, M.A.; C. BRUMMER; J.J. VOLENEC. 2002. *Selecting for Winter Hardiness in Non-Dormant Alfalfa*. *Proc. 38th NAAIC, Sacramento, CA*. 76 p. (Disponible: <http://naaci.org> consultado: 21/3/2019).

YAN, W.; L.A. HUNT; Q. SHENG; Z. SZLAVNICS. 2000 *Cultivar Evaluation and Mega-Environment Investigation Based on the GGE Biplot*. *Crop Sci.* 40: 597-605.

ZANIBONI, C.M.; A. DILLON. 1999. *Evaluación bajo pastoreo de cultivares de alfalfa con distinto reposo invernal*. *Publicación Técnica N.º 28*. EEA General Villegas, INTA, 2 p.