

Resultados de la evaluación de *Lolium multiflorum* Lam. (raigrás anual) en La Estanzuela y Salto.

Período 2010-2016

Ing. Agr. (M. Sc.) Sebastián Moure
Evaluación y Registro de Cultivares
INASE

El Instituto Nacional de Semillas (INASE) es el responsable de la Evaluación Nacional de Cultivares (ENC). La evaluación agronómica de cultivares de las especies de mayor importancia económica en el país -como el raigrás anual- es un requisito previo para su inscripción en el Registro Nacional de Cultivares (RNC) y para poder comercializarse. La ENC pone a disposición de usuarios de semillas información objetiva y confiable sobre el comportamiento productivo y sanitario de los cultivares en Uruguay.

Introducción

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Facultad de Agronomía (FAGRO) son quienes conducen los ensayos de la ENC de raigrás.

La información generada es un insumo valioso para técnicos y productores al momento de seleccionar los cultivares a sembrar.

Los ensayos de evaluación se llevan a cabo de acuerdo a los protocolos elaborados por los Grupos Técnicos de Trabajo en Evaluación integrados por técnicos representantes de los distintos sectores dedicados a cada especie.

La evaluación de especies forrajeras se ha realizado básicamente en INIA La Estanzuela, estación experimental que presenta condiciones de producción que distan mucho de ser representativas de las que se registran en otras partes del país. Suponiendo que existe una interacción genotipo-ambiente, una superficie limitada y un mercado de semillas reducido será necesario que los cultivares de importancia económica se adapten a todo el Uruguay. Por ello, en el año 2006 se instaló la Red Piloto de Evaluación de Cultivares de Especies Forrajeras que se enmarcó en el Proyecto denominado "Revisión de la Red de Ensayos de Evaluación de Cultivares de Especies Forrajeras". Su objetivo general fue mejorar en cantidad, calidad y utilidad la información generada en la ENC.

Los resultados del proyecto "Revisión de la Red de Ensayos de Evaluación de Cultivares de Especies Forrajeras" (proyecto financiado por INIA-FPTA 222) llevado adelante por INASE, INIA y FAGRO durante el período 2006 y 2008, determinaron que

para las especies de *Lolium multiflorum* Lam. (raigrás anual), *Schedonorus arundinaceus* (Schreb.) Dumort. (festuca) y *Trifolium pratense* L. (trébol rojo) es necesaria una segunda localidad de evaluación. Basados en la información disponible y los requerimientos para llevar adelante los ensayos se incluyó la localidad de Salto, a través del apoyo de la Estación Experimental San Antonio de FAGRO.

Actualmente, la ENC de raigrás anual consta de dos ensayos por año, sembrados en La Estanzuela y Salto. Su caracterización agronómica -necesaria para su inscripción en el RNC y para ser comercializado-, requiere de dos años de ensayos en evaluación.

Los datos utilizados corresponden a los "Resultados experimentales de la ENC de especies forrajeras". Los resultados completos de los ensayos de la ENC se encuentran disponibles en www.inase.uy y www.inia.uy.

El objetivo de este trabajo fue analizar los resultados de la evaluación de raigrás anual desde el año 2010, momento en que se realizó la primera siembra en Salto, hasta el 2016, inclusive.

Análisis de resultados y discusión

El número de cultivares evaluados entre el año 2010 y 2016 fue 146, incluyendo los testigos: Estanzuela 284, INIA Titán, Jack, Winter Star y Winter Star II (que sustituyó a Winter Star en 2015). Los cultivares que cumplieron con la evaluación de 2 años fueron 69 (49 %), sin considerar a los testigos, y pueden ser inscriptos en el RNC. El 55 % (81) de los cultivares evaluados son diploides (2n) y el 45 % (65) son tetraploides (4n).

Los cultivares que finalmente se

inscribieron en el período considerado (2010-2016) en el RNC y pudieron ser comercializados fueron 32 (14 %) en comparación al total evaluado (140). El porcentaje aumenta a 36 % cuando se consideran únicamente los cultivares que cumplieron con los dos años de evaluación (90) a inicios del año 2017, (no fueron contemplados los testigos [cuadro 1]). Actualmente, continúan inscritos en el RNC 29 cultivares y no se han registrado nuevos.

En el cuadro 1 se observa que el 50 % de los cultivares que se siembran en la ENC son los que ingresan por primera vez a la evaluación (122 de 243). En el período considerado, hay 51 cultivares (20% del total) que iniciaron la evaluación, pero no la continuaron más allá del primer año. Esto indica que las empresas durante el primer año de evaluación realizan una fuerte selección de los materiales candidatos a registrarse en el RNC.

Al considerar los cultivares que poseen dos o más años en evaluación (que representan el 38 %) los testigos son los que predominan, variando desde el 100 % en 2014, 2015 y 2016, hasta el 40 % en 2010. El testigo más sembrado fue Estanduela 284, que estuvo ininterrumpidamente por 27 años, seguido por INIA Titán, Winter Star y Jack incluidos en 19, 12 y 9 años, respectivamente. El más reciente es Winter Star II, que sustituyó a Winter Star con 2 años. Finalmente, de los 32 cultivares que ingresaron al RNC, solamente son inscritos al año siguiente de culminada su evaluación el 50%, mientras que los restantes inscritos habían completado su evaluación años antes.

Al analizar el rendimiento anual de forraje de los cultivares evaluados, expresado en kilos de materia seca por hectárea (kg MS ha⁻¹), para La Estanduela y Salto se observa que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre cultivares, localidades, año de siembra e interacción entre cultivar y localidad (cuadro 2). No hubo diferencia estadística ($p = 0.25$) de rendimiento entre cultivares diploides y tetraploides (cuadro 2).



Cuadro 1. Número de cultivares sembrados en la ENC, número de cultivares aptos para ser inscritos en el RNC y número de cultivares inscritos en el RNC entre el año 2010 e inicio del 2017

Año	Número de cultivares sembrados en la ENC				Cultivares aptos para inscribirse en el RNC	Cultivares inscritos en el RNC
	Nuevos ingresos	1 año de evaluación	2 o más años de evaluación	Total		
2010	17	9	11	37	15	5
2011	14	7	9	30	9	4
2012	14	9	8	31	7	2
2013	14	9	7	30	13	7
2014	8	13	4	25	6	4
2015	32	4	3	39	13	5
2016	23	24	4	51	3	5
2017					24	
TOTAL	122	75	46	243	90	32

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento anual de forraje promedio (kg MS ha⁻¹) de los cultivares en La Estanduela y Salto

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento anual (kg MS ha ⁻¹)	487	0.98	0.95	8.57

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4023331349.92	298	13501111.91	29.19	<0.0001
Cultivar	261407713.93	145	1802811.82	3.90	<0.0001
Localidad	3469934044.20	1	3469934044.20	7502.11	<0.0001
Año de siembra	139823530.69	6	23303921.78	50.38	<0.0001
Ploidía	624652.47	1	624652.47	1.35	0.2467
Cultivar*Localidad	151541408.63	145	1045113.16	2.26	<0.0001
Error	86955245.81	188	462527.90		
Total	4110286595.74	486			

El rendimiento promedio anual de forraje (kg MS ha⁻¹) de los cultivares para ambas localidades oscila entre 9374 (máximo) y 5698 (mínimo), diferenciándose en 3676 kg MS ha⁻¹ el mejor cultivar del peor. Los cultivares pueden agruparse, considerando la diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher (1142 kg MS ha⁻¹), en tres grupos de producción: 5698 a 6924 kg MS ha⁻¹, 6925 a 8149 kg MS ha⁻¹ y 8150 a 9374 kg MS ha⁻¹, y considerados de bajo, medio y alto rendimiento, respectivamente.

En el cuadro 3 se muestran los diez cultivares que rindieron más de acuerdo a la producción promedio de ambas localidades (ranking general) y la ubicación de los testigos. Es importante destacar que dentro de este grupo únicamente tres cultivares (Caversham, IGP 2 e IGP 3) poseen dos años de evaluación y además, se encuentran inscriptos en el RNC junto con el cultivar Likolos (fue sembrado en ambas localidades en 2010). De los cultivares que figuran con un año de evaluación (cuadro 3) sólo el 20 % posee efectivamente un año de evaluación (LMT 15 en 2015 y FGLW 8/10 en 2010) y el 40 % restante posee los dos años. Ducado, Est 1421, Calefú-INTA y Barturbo iniciaron su evaluación en el 2009, por lo cual, para este análisis fue considerado únicamente el 2010 sembrado en ambas localidades.

Pese a que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento entre los cultivares tetraploides y los diploides (cuadro 2), la proporción de cultivares diploides entre los cultivares que más rindieron fue superior (70 %) respecto a los tetraploides (30 %) (cuadro 3).

Al analizar por separado los rendimientos promedio de La Estanzuela y Salto (cuadros 4 y 5) se percibe que son muy desiguales ($p < 0.0001$, cuadro 1). La producción promedio de los cultivares en La Estanzuela duplica a la lograda en Salto (10610 vs 5272 kg MS ha⁻¹, gráfico 1).

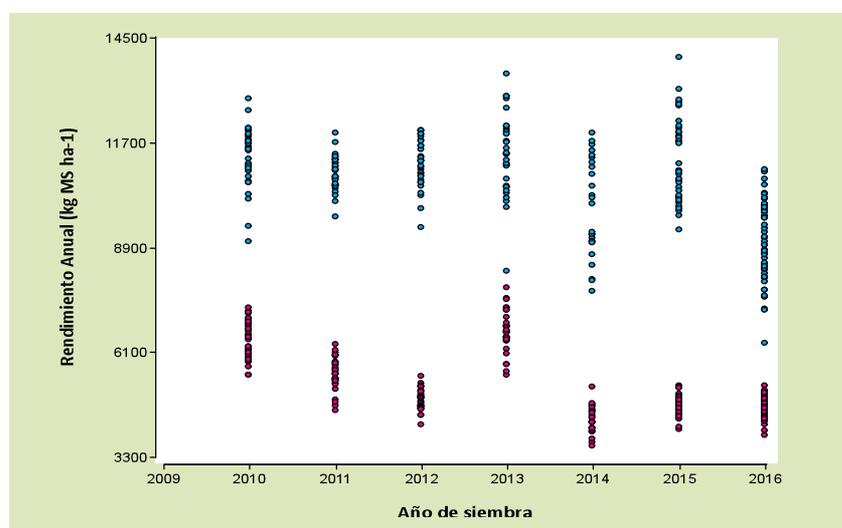
De acuerdo al ranking de cultivares (cuadros 4 y 5) elaborado y ordenado en base a la producción promedio

Cuadro 3. Ranking general de los diez primeros cultivares y los testigos evaluados en el período 2010-2016 según su rendimiento anual (kg MS ha⁻¹) promedio para La Estanzuela y Salto

Cultivar	Siembras	Ploidía	Rendimiento anual (kg MS ha ⁻¹)	Ranking general
LMT 15	1	2n	9374	1
CAVERSHAM (ESTERO 5820)	2	2n	9283	2
IGP 3	2	4n	9243	3
DUCADO	1	2n	9201	4
EST 1421	1	2n	9198	5
CALEFÚ-INTA (PALO VERDE 241)	1	4n	8979	6
IGP 2	2	2n	8950	7
LIKLOSS	1	2n	8919	8
FGLW 8/10	1	2n	8884	9
BARTURBO (AP 20)	1	4n	8839	10
WINTER STAR (T)	4	4n	8748	19
INIA TITÁN (T)	5	4n	8510	33
JACK (T)	5	2n	8327	51
WINTER STAR II (T)	2	4n	8292	55
ESTANZUELA 284 (T)	7	2n	7314	109
PROMEDIO PERÍODO			7936	

"T" identifica los cultivares testigos de evaluación

Gráfico 1. Rendimiento anual (kg MS ha⁻¹) promedio de los cultivares para el período 2010-2016 para La Estanzuela (azul) y Salto (amarillo)



de materia seca por hectárea de los cultivares para el período analizado de cada localidad, se aprecian diferencias importantes entre ambas, debido a que no se repite ningún cultivar entre los primeros diez de cada localidad. En general, los cultivares que se comportan muy bien en La Estanzuela son distintos a los que se comportan mejor en Salto (primeros 20 cultivares en el ranking de cada localidad).

Los cultivares Caversham y Ducado se destacan por lograr un com-

portamiento más estable en ambas localidades, lo cual se aprecia a través del ranking alcanzado 4-20 y 9-14 para La Estanzuela y Salto, respectivamente (cuadros 4 y 5). Además, su ubicación segundo y cuarto en el ranking general para ambas localidades (cuadro 3).

En cuanto a los testigos, su comportamiento es diferente: a) en La Estanzuela es más estable, debido a que la variación en su rendimiento es menor (11523 a 11340 kg MS ha⁻¹) a excepción de Estanzuela 284 (9278

Cuadro 4. Rendimiento anual (kg MS ha⁻¹) promedio para La Estanzuela de los diez primeros cultivares y los testigos evaluados en el período 2010-2016 y su ranking para La Estanzuela y Salto, respectivamente

Cultivar	Ranking		
	kg MS ha ⁻¹	La Estanzuela	Salto
LMT 15	13979	1	96
LM 110	12688	2	112
IGP 3	12472	3	24
CAVERSHAM (ESTERO 5820)	12437	4	20
WP2B131	12276	5	76
IGP 2	12272	6	43
FS 1015	12132	7	137
FGLW8/10	12055	8	35
WP 2B 151	12040	9	122
LE 19-55 (INIA BAKARAT)	12038	10	45
JACK (T)	11523	30	67
WINTER STAR (T)	11513	31	27
WINTER STAR II (T)	11513	32	73
INIA TITÁN (T)	11340	40	40
ESTANZUELA 284 (T)	9278	124	57
PROMEDIO PERÍODO	10610		

"T" identifica los cultivares testigos de evaluación

Cuadro 5. Rendimiento anual (kg MS ha⁻¹) promedio para Salto de los diez primeros cultivares y los testigos evaluados en el período 2010-2016 y su ranking para Salto y La Estanzuela, respectivamente

Cultivar	Ranking		
	kg MS ha ⁻¹	Salto	La Estanzuela
SK 0110	6981	1	77
CALEUFÚ-INTA (PALO VERDE 241)	6953	2	58
FS 1010	6933	3	126
EST 1421	6843	4	28
LIKOLOSS	6787	5	53
LAZO	6760	6	113
PASTIZAL	6697	7	95
INIA CÉTUS	6641	8	68
DUCADO	6535	9	14
PERFECT FIT (EST 1732)	6534	10	54
WINTER STAR (T)	5983	27	31
INIA TITÁN (T)	5680	40	40
ESTANZUELA 284 (T)	5349	57	124
WINTER STAR II (T)	5071	73	32
JACK (T)	5130	67	30
PROMEDIO PERÍODO	5272		

"T" identifica los cultivares testigos de evaluación

Cuadro 6. Ranking de los testigos para La Estanzuela, Salto y general (corresponde al promedio para ambas localidades)

Testigo	Ranking		
	La Estanzuela	Salto	General
WINTER STAR	31	27	19
INIA TITÁN	40	40	33
JACK	30	67	51
WINTER STAR II	32	73	55
ESTANZUELA 284	124	57	109

kg MS ha⁻¹) y se ve reflejado en el ranking (cuadros 4 y 6), y b) en Salto es más variable, dado por una diferencia mayor entre sus rendimientos (5938 a 5071 kg MS ha⁻¹) y es mostrado en el ranking (cuadro 5 y 6).

En base al comportamiento de los testigos de evaluación en cada localidad, evaluado a través del ranking, estos pueden agruparse en aquellos que "menos se adaptan" y en los que "más se adaptan". Estanzuela 284, Winter Star II y Jack se incluirían en los que se adaptan menos, debido a la gran variación en su rendimiento (cuadro 4 y 5) y al ranking (cuadro 6) entre La Estanzuela y Salto. Sin embargo, Estanzuela 284 en el ranking general se ubica en el último tercio, mientras que Winter Star II y Jack se encuentran entre los cinco primeros del tercio medio (cuadro 6). Una posible explicación podría estar dada por el potencial de rendimiento de cada cultivar, dado que Estanzuela 284 fue liberado al mercado en 1945, mientras que Winter Star II y Jack fueron liberados en 2008 y 2010 respectivamente, lo que evidenciaría que el mejoramiento genético ha permitido superar los rendimientos.

Los testigos Winter Star e INIA Titán presentan un comportamiento más estable dada su ubicación en el ranking entre las localidades, ubicados en el tercio superior de la tabla, por esta razón se incluyen en el grupo que más se adaptan.

Consideraciones finales

La ENC es una fuente de información objetiva y accesible. A partir de ella, productores y técnicos disponen de una caracterización agronómica de los cultivares para seleccionar el que más se adapte a su sistema productivo.

Este estudio confirma la interacción genotipo por ambiente en la especie raigrás. Por ello, conocer el comportamiento agronómico en ambientes contrastantes puede ser de interés para productores, asesores y empresas, dado que, en función de dicha información, es posible tomar mejores decisiones. ■