

## **TRABAJO ORIGINAL**

### **GERMINACIÓN, EMERGENCIA E IMPLANTACIÓN DE VARIETADES EXPERIMENTALES DE AGROPIRO ALARGADO\***

*Germination, emergency and implantation of tall  
wheatgrass experimental varieties*

**BORRAJO<sup>1</sup>, C.I. Y ALONSO<sup>2</sup>, S.I.**

Unidad Integrada Balcarce: Facultad Ciencias Agrarias, Univ.Nac. de Mar del Plata  
Estación Experimental Agropecuaria, Balcarce, INTA

#### **RESUMEN**

El agropiro alargado es una gramínea forrajera utilizada en suelos con limitantes debidas a alcalinidad, salinidad, lento drenaje y niveles bajos de nutrientes. Su exitosa implantación dependerá no sólo de la calidad de la semilla, sino también de su capacidad para germinar en esos ambientes. El objetivo del trabajo fue evaluar la capacidad germinativa, la emergencia de plántulas y la implantación en variedades sintéticas experimentales de agropiro alargado, en diferentes ambientes. Se realizaron tres ensayos en Balcarce, con 6 variedades sintéticas (SA, SC, SJ, SM, SP, SV) y un testigo (Cv. "EL Vizcachero INTA"). Los ensayos se planearon con diferente grado de estrés ambiental: 1- sin estrés (incubación en condiciones óptimas de germinación, en cámara); 2- estrés intermedio (siembra en macetas con suelo alcalino (Natracuol) mantenidas en un invernáculo); 3- estrés máximo (siembra convencional en el campo en un suelo Natracuol). Se registró el porcentaje y la velocidad de germinación, la emergencia y la mortandad de plántulas, el macollaje inicial, la densidad y el peso de macollos, el índice fenológico y la producción inicial de materia seca. Se detectaron diferencias entre el cultivar y las variedades sintéticas. Tres de ellas mostraron un comportamiento más promisorio para su utilización en suelos alcalinos y condiciones de anegamiento. Se discute el comportamiento germinativo de las diferentes variedades en condiciones óptimas y su relevancia en la emergencia e implantación bajo condiciones de estrés.

**Palabras clave:** germinación, emergencia, macollaje inicial, materia seca, **Thinopyrum ponticum**, variabilidad.

Recibido: 19 de febrero de 2003

Aceptado: 12 de abril de 2004

\* Parte de los datos fueron presentados en el 25º Congreso Argentino de Producción Animal, realizado los días 2 al 4 de octubre de 2002 en la ciudad de Buenos Aires.

1. Unidad Integrada Balcarce: Fac.Cs.Agr., UNMdP/EEA, Balcarce, INTA. C.C. 276 (7620) Balcarce, Bs.As., Argentina. ciborrajo@hotmail.com; salonso@balcarce.inta.gov.ar

## SUMMARY

*Tall wheatgrass is a forage grass used in soils with limitations due to alkalinity, salinity, low drainage and poor nutritional levels. A successful implantation of this grass depend not only on seed quality but also on its germination capacity in soils with limiting. The objective of this work was to evaluate germination capacity, seedling emergency and implantation of synthetic varieties of tall wheatgrass in different environments. Three essays were made at Balcarce with six synthetic varieties (SA, SC, SJ, SM, SP, SV) and a control (Cv. "EL Vizcachero INTA"). The experiences were planed with different stress levels: 1- without stress (incubation under optimum conditions of germination, in a chamber); 2- intermediate stress (sowing in a glasshouse, in pots with alkaline soil (Natracuol)); 3- maximum stress (conventional sowing on a Natracuol soil). Germination percentage and velocity, seedlings emergency and mortality, initial tillering, density, tiller weight, phenologic index and initial dry matter production were registered. Significant differences were detected between control and synthetic varieties. Three of the synthetics varieties exhibited a promising behaviour to be used under alkaline soil and flooding conditions. The germination behaviour of the different varieties under optimum conditions and its effect on the emergency and implantation under uncontrolled environments were discussed.*

**Key words:** *germination, emergency, initial tillering, dry matter, **Thinopyrum ponticum**, variability.*

## INTRODUCCIÓN

El agropiro alargado (**Thinopyrum ponticum**) es una forrajera perenne de crecimiento primavera-estivo-otoñal muy longeva, que se destaca por su gran rusticidad y adaptación a condiciones extremas de humedad y temperatura, por lo que puede cultivarse en casi todo el territorio de la Argentina (Mazzanti, Castaño, Sevilla y Orbea, 1992; Ferrari y Maddaloni, 2001). Se halla muy difundida en la región pampeana y por su tolerancia a suelos alcalinosódicos, escasamente drenados, constituye la forrajera más cultivada en la Pampa Deprimida bonaerense, en la que existen más de 500.000 ha de pasturas que la tienen como única forrajera o principal componente (Gómez y Aello, 1982; Ferrari y Maddaloni, 2001).

A pesar de la importancia del agropiro, en la región pampeana húmeda se ha trabajado escasamente en el mejoramiento genético de esta forrajera, por lo que se han difundido pocas variedades en la zona. Entre ellas se destaca "El Vizcachero INTA", obtenido en 1957 en la EERA Pergamino del INTA mediante selección sobre material introducido desde

EEUU, el que continua siendo el cultivar de mayor difusión en el país, junto con otros biotipos posiblemente derivados del mismo (Mazzanti y otros, 1992; Castaño, 1995; Ferrari y Maddaloni, 2001).

En especies forrajeras, los objetivos principales en el desarrollo de nuevas variedades se centran en la producción de forraje, la estacionalidad de la producción, la persistencia, la palatabilidad, la facilidad de manejo y los factores relacionados con la reproducción (Rodríguez, 1981). Entre éstos, la producción de semilla es uno de los aspectos de mayor interés tanto para el fitomejorador como para los productores y empresas semilleras, sin embargo los caracteres relacionados con la aptitud para germinar y establecerse no han sido frecuentemente considerados en la selección de materiales promisorios.

En la región pampeana frecuentemente se comercializa semilla de especies forrajeras de bajo poder germinativo (González y Gardner, 1974; Flageat, Solá, Maddaloni y Frutos, 1978) o que no cumple con las normas que establece la Ley Nacional de Semillas (Peretti y Escuder, 1990). En agropiro alargado se ha

observado que la simiente comúnmente comercializada presenta menor poder germinativo que el establecido como umbral para la categoría "semilla identificada" (Gonzalez y Gardner, 1974; Peretti y Escuder, 1990), aún cuando se trata de cultivares certificados (Flageat y otros, 1978).

En la implantación de gramíneas forrajeras, uno de los principales objetivos es lograr que la germinación y la emergencia de las plántulas se resuelva rápida y uniformemente, ya que variaciones en la velocidad de germinación y de formación de hojas y macollos pueden determinar capacidades diferenciales para competir durante el establecimiento, alcanzar una rápida cobertura y permitir un aprovechamiento anticipado de la pastura (Whyte, Moir y Cooper, 1959; Horst y Dunning, 1989). Las etapas de germinación y crecimiento inicial resultan críticas en ambientes con abundante contenido de sales, al afectar el poder germinativo y la tasa de germinación (Ungar, 1978). El efecto de la salinidad sobre el crecimiento de las plantas es proporcional a la concentración salina y varía entre y dentro de especies (Horst y Dunning, 1989) aún en agropiro alargado que es una especie tolerante a la salinidad (McGuire y Dvorak, 1981; Maas, 1986). En diferentes especies se ha observado que el estrés salino tiene mayor incidencia en los estadios tempranos de desarrollo, por lo que el contenido de sales de los suelos bajos de la Depresión del Salado podría tornar más crítica la etapa de emergencia y establecimiento de forrajeras en esos ambientes.

La calidad de la semilla, así como la velocidad y la capacidad germinativa en suelos alcalinos, se destacan como factores clave para la exitosa implantación del agropiro alargado, especie de lento crecimiento, que además suele cultivarse en suelos con limitantes para el crecimiento de las plantas, en los que la preparación del suelo y la siembra se hallan expuestos a numerosas dificultades (Castaño, 1995; Ferrari y Maddaloni, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad germinativa, la emergencia de plántulas y la implantación en variedades experimentales de agropiro alargado en diferentes ambientes. La información obtenida permitirá visualizar las bondades de las variedades experimentales y aportará información complementaria para el programa de mejora de la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A través de tres experiencias se evaluaron seis variedades sintéticas experimentales de agropiro alargado denominadas provisoriamente SA, SC, SJ, SM, SP y SV y un cultivar testigo ("EL Vizcachero INTA"). Las variedades fueron obtenidas por recombinación de individuos selectos pertenecientes a poblaciones naturalizadas mantenidas en el banco de germoplasma de la EEA Balcarce, INTA (Borrajó, Alonso y Echeverría, 2001). La semilla de las sintéticas experimentales fue proporcionada por la Unidad Integrada Balcarce, mientras que la semilla del Cv El Vizcachero INTA empleada en las experiencias 1 y 2 fue cedida por el Banco de Germoplasma de la EEA Pergamino, INTA y la de la experiencia 3 se adquirió en el comercio.

Los tres ensayos se realizaron en ambientes diferenciados por el grado de estrés que presentaban para la germinación y el desarrollo de las plántulas. El 1º se realizó en una cámara de crecimiento bajo condiciones controladas y potenciales para la germinación; el 2º incluyó condiciones parcialmente controladas y se efectuó en macetas sobre un suelo con limitantes, mientras que el 3º se estableció bajo condiciones de cultivo convencional en un lote del sudeste bonaerense perteneciente a la EEA Balcarce, INTA. Los detalles particulares de las experiencias se describen en el Cuadro 1, las que en todos los casos incluyeron bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones.

**CUADRO 1:** Condiciones experimentales de los ensayos.  
**Table 1:** Experimental conditions of the essays.

AMBIENTES	1º Ensayo Laboratorio	2º Ensayo Invernáculo	3º Ensayo Campo
Recinto-Medio:	Cámara de germinación	Jaula antiáfidos	Lote R7, EEA Balcarce
Recipiente:	Bandejas de germinación	Macetas	Campo
Sustrato:	Algodón humedecido y papel absorbente	Horizonte A de un suelo <i>Natracuol</i>	Suelo <i>Natracuol</i>
pH:	Neutro (7)	Alcalino (9)	Alcalino (9,3)
Período de ensayo	21 días *	octubre-diciembre 2000	junio-agosto 2001
Temperatura:	Rango de 20° a 25° C	Típica del trimestre	Típica del trimestre
Luminosidad:	16 - 8 hs. luz - oscuridad	Fotoperíodo natural	Fotoperíodo natural
Suministro de Agua	Sin limitantes	Sin limitantes	Secano
Semillas/repetición	100 semillas	50 semillas	-
Densidad de siembra (unidad experimental)	-	1 semilla / maceta	25 kg.ha <sup>-1</sup> con 70 %VC** 292 semillas viables.m <sup>-2</sup>
Fecha de Siembra	31 de julio del 2000	1 de octubre del 2000	5 de junio del 2001

\* Se efectuó un pretratamiento de dos días a bajas temperaturas (ISTA, 1993).  
 \*\* VC: valor cultural. La densidad fue ajustada en cada variedad teniendo en cuenta determinaciones previas de pureza, poder germinativo y peso de 1000 semillas.

En el Ensayo 1 se registraron, cada 2-3 días y durante 7 fechas, el número de semillas con raíz mayor de 2 mm de longitud y el de semillas con la primer hoja desplegada, estadio en el que se considera germinada la semilla de acuerdo a las normas del ISTA (1993). Con ello se calcularon los porcentajes de semillas con raíz (%SR) y con hoja (%SH) visibles en cada fecha y el poder germinativo (PG) como el acumulado del %SH a los 21 días. También permitió estimar las velocidades de aparición de raíces (V-R) y de hojas (V-H), las que se calcularon según la fórmula general:  $Vel = 1 / \{ \sum (Si \cdot Di) / N \}$ , donde Si: número de semillas con la raíz o la hoja visibles aparecidas entre el recuento i y el i -1; Di: días desde la siembra hasta el recuento i; N: número total de semillas con la raíz o la hoja visibles, según correspondiera.

En el segundo Ensayo se registró el porcentaje de plántulas emergidas a los 10 (%Em-inicial) y 21 días (%Em-final), mientras que a los 76 días se registró el porcentaje de plántulas muertas (%M) y el número de

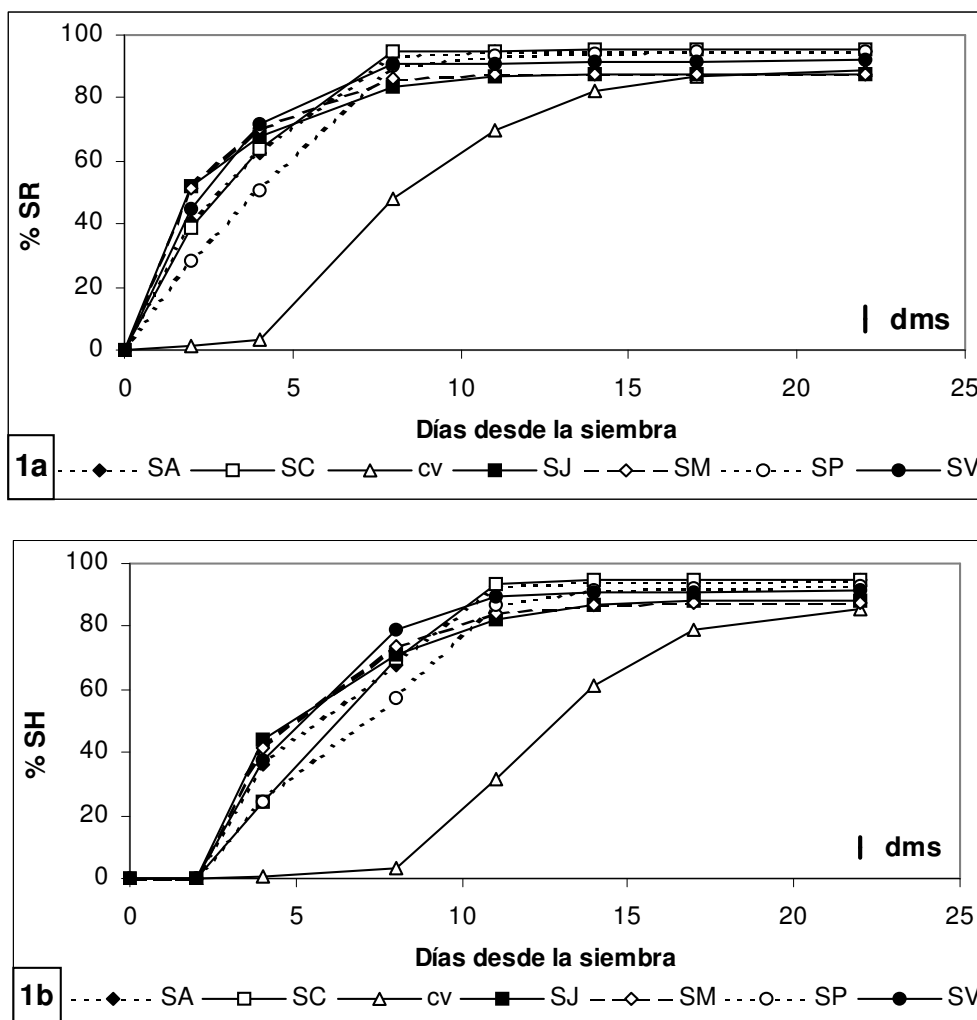
macollos por planta (NºMac). En la experiencia realizada en el campo (Ensayo 3) se registró la emergencia de plántulas a los 28 y 80 días de la siembra y, en base a tres muestras de 0,2 x 0,5 m por parcela, obtenidas a los 147 días de la siembra, se estimó la densidad de macollos-m<sup>-2</sup> (D), el peso de los macollos (Pmac), la materia seca acumulada.m<sup>-2</sup> (MSAcu), así como el estadio fenológico mediante el índice fenológico medio de Sanderson (1992).

El análisis de la varianza se realizó con el procedimiento GLM de SAS considerando un diseño en bloques completos aleatorizados y 4 repeticiones, excepto para las variables %SR, %SH y todas las de emergencia, en las que por contarse con más de una medición, fueron analizadas con un modelo en BCA con parcela dividida y 4 repeticiones, donde la parcela principal correspondió a las fechas y la subparcela a las variedades (Montgomery, 1991). La comparación de medias se realizó con la prueba de diferencias mínimas significativas, dms ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Ensayo 1: Germinación en condiciones potenciales.** El porcentaje de semillas con raíz visible y el de germinadas mostraron interacción significativa entre fechas y variedades debido a que algunas de estas presentaron menores registros en las primeras fechas, pero no difirieron de las restantes o las superaron en

las últimas etapas (Figura 1a y b). La aparición de hojas presentó una tendencia similar a la de la aparición de raíces, pero con un desplazamiento de 2 a 3 días. La aparición de raíces con un desarrollo superior a los 2 mm se inició a los 2 días de la siembra y la aparición de hojas a los 4 días, sin embargo en ese período el cultivar presentó sólo el 1% de sus semillas con raíces y hojas visibles, mientras que las



**FIGURA 1:** Porcentaje acumulado de semillas con a) raíces (%SR) y b) hojas desarrolladas (%SH), en variedades de agropiro alargado (%SR:  $se \pm 2,19$ ; %SH:  $se \pm 2,45$ ).

**Figure 1:** Accumulated percentage of seed with a) roots (%SR) and b) leaves developed (%SH), of tall wheatgrass varieties (%SR:  $se \pm 2.19$ ; %SH:  $se \pm 2.45$ ).

sintéticas mostraron un %SR entre 29 y 52% y un %SH entre 25 y 44%.

El cultivar presentó menores registros de germinación en todas las fechas excepto en la última, siendo las diferencias más marcadas desde el inicio hasta la cuarta y quinta fechas para %SR y %SH, respectivamente. Si bien las diferencias entre las variedades sintéticas fueron de menor magnitud que las presentadas entre estas y el cultivar, se observó un cambio en la dirección de la respuesta ya que en las primeras fechas las variedades SJ, SM y SV superaron a las otras tres, pero luego presentaron menor porcentaje final de semillas con raíz y con hoja desarrolladas.

El porcentaje de semillas con hoja desarrollada al último recuento, o poder germinativo a los 21 días, varió entre 87,5 y 95% en las variedades sintéticas y fue del 85,5% para el cultivar (Figura 1a). Este material resultó inferior en capacidad germinativa a las variedades experimentales SA, SP y SC que superaron el 92% de germinación, pero no difirió a las tres restantes, en tanto que la variedad SV presentó un poder germinativo intermedio al no diferir

de ninguna de las otras.

La velocidad de aparición de raíces y hojas presentó diferencias significativas entre variedades (Cuadro 2). Las más precoces en el desarrollo de raíces fueron SM, SJ y SV, debido a la incidencia del alto porcentaje de semillas germinadas durante las dos primeras fechas (Figura 1a). Estas tres variedades junto con la SA fueron las que presentaron una aparición foliar más rápida, como lógica consecuencia de su germinación anticipada en relación al resto. En ambas variables la menor velocidad le correspondió al cultivar, lo que resume la evolución de la aparición de raíces y hojas observada en la Figura 1a y 1b. Todos los materiales superaron el 80% de germinación requerido como umbral mínimo para semillas de categoría original (Castaño, 1995), aunque germinaron a diferentes velocidades. El cultivar presentó el menor %SR en las diferentes fechas y por ello resultó de germinación y desarrollo foliar más lento que las variedades, mientras que entre estas, SA y SV fueron las que combinaron los mayores registros en germinación y en velocidad de aparición de hojas.

**CUADRO 2:** Velocidad de crecimiento de raíces (V\_R) y de hojas (V\_H), porcentaje de mortandad (%M), número de macollos por plántula (N°Mac), densidad de plántulas (D), peso seco del macollo (Pmac), índice fenológico y materia seca acumulada (MSAcum) en variedades de agropiro alargado.

**Table 2:** Growth velocity of roots (V\_R) and leaves (V\_H), percentage of mortality (%M), number of tillers by seedling (N°Mac), seedling density (D), dry matter of tiller (Pmac), phenological index and accumulated dry matter (MSAcum) of varieties of tall wheatgrass.

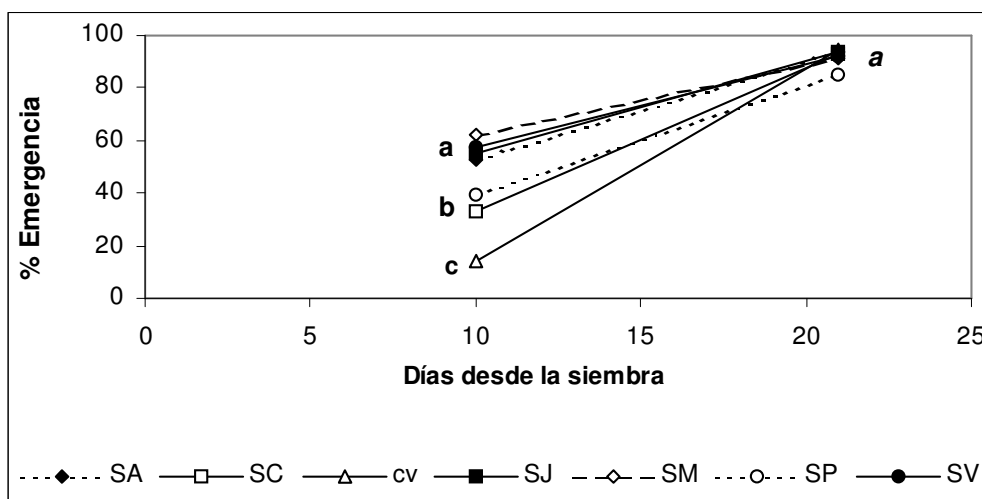
Variedad	V_R (1/días)	V_H (1/días)	%M	N°Mac (mac/pl)	D (pl/m <sup>2</sup> )	Pmac (g/mac)	Indice	MSAcum (g/m <sup>2</sup> )
SA	0,22 b	0,136 ab	3,2 bc	1,27 c	2448ab	0,125 a	2,21 a	305 a
SC	0,22 b	0,128 bc	6,4 ab	1,62 bc	2031 b	0,094 b	2,06 ab	189 bc
cv	0,10 d	0,072 d	9,1 a	1,52 bc	1988 b	0,065 c	2,00 b	139 c
SJ	0,26 ab	0,147 a	1,6 c	2,09 a	3129 a	0,086 bc	2,17 a	275 ab
SM	0,27 a	0,148 a	3,3 bc	1,79 ab	2573 ab	0,090 b	2,11 ab	234 abc
SP	0,18 c	0,120 c	2,4 bc	1,58 bc	2294 ab	0,094 b	2,13 ab	218 abc
SV	0,25 ab	0,145 a	4,9 abc	1,83 ab	2075 ab	0,093 b	2,16 ab	196 abc
se±	0,017	0,006	1,36	0,13	314,6	0,0072	0,052	34,1

**Ensayo 2: Emergencia e implantación en suelo alcalino.**

Los materiales presentaron diferente porcentaje de emergencia inicial al desarrollarse en un suelo con limitantes, pero similar %Em final, por lo cual la interacción entre variedades y fechas resultó significativa (Figura 2). El menor %Em inicial fue exhibido por el cultivar (14%), las variedades SC y SP fueron intermedias con una emergencia del 33 y 40%, respectivamente, mientras que los mayores registros los presentaron las variedades SJ, SM, SA y SV con un %EM inicial entre 53 y 62%. A los 21 días de la siembra las variedades presentaron una emergencia promedio del 92% y en todos los casos superaron el 85%, valor definido como umbral para la siembra original (Castaño, 1995). La ausencia de diferencias entre variedades en emergencia final resultó coincidente con lo observado para porcentaje de semillas con hojas visibles en la Experiencia 1. También los resultados de %Em inicial coinciden con los de la experiencia en condiciones potenciales al señalar al cultivar como el de germinación más lenta, lo que

determinó una emergencia tardía en relación al resto. Las variedades SM, SJ y SV, que en la Experiencia 1 presentaron mayor germinación y mayor %SH en las primeras etapas, también fueron las de mayor emergencia inicial en suelo alcalino.

Los registros de %Em inicial a los 10 días y de %SH a los 11 días, observados en las experiencias 2 y 1 respectivamente, señalan la misma tendencia en el comportamiento de las variedades. Sin embargo, a igualdad de tiempo desde la siembra, la emergencia inicial promedio en la Experiencia 2 sólo alcanzó el 55,5% del porcentaje de semillas con hoja visible. Este retraso en la emergencia fue mayor en el cultivar y en las variedades SC y SP, ya que en ellas la emergencia inicial varió entre 35 y 46% del %HS y osciló entre 57 y 74% en las otras variedades. Esta demora podría deberse tanto al tiempo requerido por la hoja en desarrollo para atravesar la capa de suelo situada por encima de las semillas, como a las menores temperaturas del mes de octubre en relación



**FIGURA 2:** Porcentaje de emergencia inicial (día 10) y final (día 21) de plántulas en macetas con suelo alcalino, en variedades de agropiro, ( $se \pm 4,05$ ). Letras distintas indican diferencias significativas ( $p=0,05$ ) entre variedades para cada fecha.

**Figure 2:** Initial (day 10) and final (day 21) emergency percentage of seedlings of tall wheatgrass in pots with alkaline soil, ( $se \pm 4.05$ ). Different letters show significant differences ( $p=0.05$ ) among varieties by each date.

con las de la cámara. Sin embargo, estos factores no podrían explicar por sí solos la magnitud de las diferencias en emergencia observadas entre variedades, lo que sugiere un efecto diferencial atribuible al suelo alcalino. Este efecto, ocasionado por el contenido de sales presentes en el suelo Natracuol, sólo se habría producido sobre la velocidad de germinación, ya que la capacidad germinativa no resultó afectada, lo que condice con las características señaladas para las especies tolerantes a la salinidad (Ungar, 1978; Maas, 1986; Horst y Dunning, 1989).

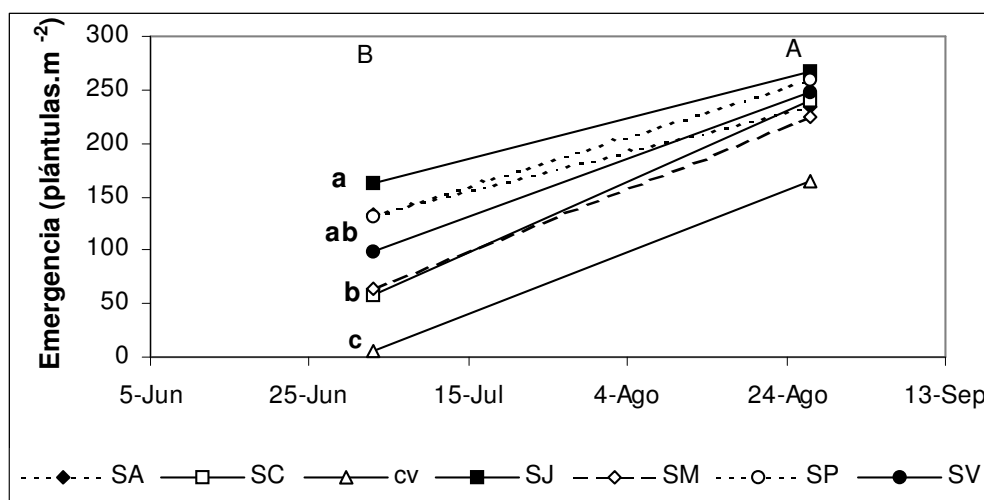
El porcentaje de mortandad de plántulas en los dos meses posteriores a la emergencia no superó el 10%, pero difirió entre materiales (Cuadro 2). El cultivar fue quien presentó pérdidas significativamente mayores que el resto, con excepción de las variedades SC y SV, denotando mayores dificultades para la supervivencia de las plántulas en suelos alcalinos. Las variedades también difirieron en la capacidad inicial de macollaje de las plántulas, distinguiéndose las sintéticas SJ, SM y SV como las de mayor número de macollos. Coincidentemente, estas variedades correspondieron a las más precoces en germinación, aparición de la primer hoja y emergencia inicial (Figuras 1 y 2). Esto sugeriría una asociación entre el número de macollos a los 76 días, con la velocidad de aparición de la primer hoja de la plántula y el %Em inicial, relación que si bien resultó positiva en ambos casos, no fue significativa ( $r < 0,3$ ). Por otra parte, la variedad SA, que había presentado similar comportamiento que SJ, SM y SV en %SH y en %Em inicial, fue la de menor número de macollos. Este resultado coincide con trabajos previos realizados en otras condiciones experimentales en los cuales se determinó que la variedad SA se caracterizaba por presentar menor cantidad de macollos que las otras variedades (Borrajo y otros, 1998; Borrajo, Alonso y Echeverría, 2001), indicando que en dicho carácter estructural, la variancia genética es proporcionalmente alta e independiente de la precocidad de emergencia de las plántulas.

### **Ensayo 3: Emergencia, fenología y materia seca de plántulas en siembra convencional.**

La emergencia inicial promedio de las plántulas, registrada en el campo bajo alcalino a los 24 días, fue de 94 plántulas.m<sup>-2</sup> y resultó significativamente menor que la observada a los 80 días, fecha en la que se registró una emergencia promedio de 234 plántulas.m<sup>-2</sup> (Figura 3). A lo largo del período analizado también se observaron diferencias en la emergencia de las diferentes variedades, a pesar de que se había ajustado la densidad de siembra de cada lote en función de su viabilidad, pero la interacción fecha x variedad no fue significativa ( $p > 0,05$ ). Las variedades SJ, SP, SA y SV alcanzaron mayor emergencia de plántulas y el cultivar fue el de menor registro, observándose en este último un %Em inicial particularmente bajo comparado con el del germoplasma experimental (6,8%). Lo anterior confirma la menor velocidad de germinación y emergencia de este material ya observada bajo condiciones menos limitantes en las experiencias 1 y 2. En éstas, el cultivar presentaba menor velocidad de germinación y emergencia que las variedades experimentales, pero con el tiempo se recuperaba y exhibía similar capacidad germinativa y de implantación que aquellas. Sin embargo, en condiciones de campo el cultivar no logró establecer una proporción de plantas similar a ninguna de las variedades (56%), las que lograron entre 77 y 92% de emergencia de plántulas.

En esta experiencia la siembra se realizó a principios de junio, atraso ocasionado por la imposibilidad de realizar a tiempo las labores necesarias para la preparación de la cama de siembra, dificultad frecuente en los suelos de la región pampeana húmeda en los que se implanta agropiro alargado (Ferrari y Maddaloni, 2001). Además, las abundantes precipitaciones posteriores a la siembra, sumadas a las bajas temperaturas de fin de otoño e invierno y a la escasa pendiente del lote, contribuyeron a que luego de cada lluvia el suelo permaneciese anegado por períodos de 2 a 5 días. Estas condiciones, que no sólo dificultan la emergen-





**FIGURA 3:** Emergencia inicial y final de plántulas por m<sup>2</sup> en variedades de agropiro, en un suelo Natracuol, (se  $\pm$  18,30). Letras distintas indican diferencias ( $p=0,05$ ) entre fechas (mayúsculas) o variedades (minúsculas).

**Figure 3:** Initial and final emergence of seedlings by m<sup>2</sup> of varieties of tall wheatgrass in a Natracuol soil, (se  $\pm$  18.30). Different letters show significant differences ( $p=0.05$ ) between dates (capitals) or varieties (small).

cia, sino que son causales de mortandad de semillas y de plántulas no emergidas, principalmente por falta de oxígeno, afectaron en diferente forma a las variedades y en mayor medida al cultivar. Este, por su baja emergencia inicial presentaba mayor proporción de semillas en el suelo expuestas a las condiciones desfavorables y no logró recuperarse en los 50 días posteriores, a pesar de que en ese lapso el número de plántulas emergidas incrementó en alta proporción (Figura 3). Lo anterior también se observó en las variedades experimentales de menor emergencia inicial como SC y SM.

En agropiro, por ser una especie tolerante a la salinidad, la viabilidad de la semilla no suele afectarse por el contenido de sales presente en los suelos bajos de la región pampeana, pero sí la velocidad de germinación (Martín, 1997). El efecto de la salinidad sobre la velocidad de germinación puede variar en forma diferencial según el genotipo, tal como fuera observado en agropiro y otras especies tolerantes (Ungar, 1978; McGuire y Dvòràk,

1981). Esta demora, conjuntamente con las dificultades que conlleva la siembra en campos bajos con drenaje insuficiente y proclives a anegamiento invernal prolongado, pueden atrasar la germinación y la emergencia y propiciar la mortandad de semillas y plántulas. De allí la importancia de utilizar simiente de alta aptitud en la implantación de pasturas, a fin asegurar una cobertura rápida. En el caso particular de siembras de agropiro en suelos bajos salinos del tipo de los existentes en la Depresión del Salado, se recomienda que además de un alto poder germinativo, la simiente también tenga alta velocidad de germinación.

A los cinco meses de la siembra se alcanzó una alta densidad de macollos promedio (2363 mac/m<sup>2</sup>). Estos valores de densidad se corresponden y en algunos casos superan a los observados por otros autores para el sudeste bonaerense (Di Marco, Guaita, Aello y Gómez, 1982; Bertín, Arosteguy, Sevilla, Martín y Lorenzo, 1987; Borrajo, 1998). Si bien la

densidad fue alta en todas las variedades, se registraron diferencias significativas entre ellas (Cuadro 2). La menor densidad de macollos fue observada en el cultivar y en la variedad SC, probablemente como consecuencia de la menor emergencia de plántulas, aunque no fue así en la variedad SM, la cual no difirió de la variedad SJ en densidad, pero sí en emergencia.

El peso de los macollos también difirió entre las variedades y lo hizo en forma similar a la variación observada en el índice fenológico (Cuadro 2). La variedad SA presentó el mayor Pmac y el mayor índice diferenciándose de todas las demás o de la mayoría de ellas, mientras que el cultivar se presentó como el de macollos más livianos y de menor desarrollo fenológico. La correspondencia entre el peso de los macollos y el índice fenológico es esperable dado que a medida que transcurre el tiempo el peso del macollo incrementa como consecuencia del aumento en el número de hojas que mantiene y en el tamaño de estas. Sin embargo, es destacable el comportamiento de la variedad SA, que no difirió en desarrollo fenológico de la variedad SJ, pero presentó un peso de macollos mucho mayor. El alto peso de los macollos de esta variedad ya fue observado en anteriores trabajos (Borrajo 1998) y constituye una característica particular de este material, asociada al menor número de macollos por planta. En contraposición, el material SJ presentó mayor número de macollos, pero en promedio estos fueron más livianos, evidenciando una estructura de canopeo diferente a la de la variedad SA.

Desde el punto de vista de la producción de forraje en el año de la implantación, la MSACum por m<sup>2</sup> lograda a los cinco meses de la siembra, señala a las variedades experimentales como más promisorias que el cultivar, con excepción de la variedad SC que no difirió de este último (Cuadro 2). La menor producción de materia seca en estas dos variedades estuvo determinada por la combinación de la menor densidad de macollos con el menor peso registrado para estos, como consecuencia de la

menor emergencia observada en ellas. De esta forma quedaría establecido que los problemas de una lenta germinación afectan la velocidad de emergencia y repercuten con posterioridad en la densidad de macollos, el peso de éstos y la producción de forraje acumulado del primer año.

La similitud de comportamiento entre el cultivar y la variedad SC en oposición al resto de las variedades se podría explicar por el origen particular de los materiales experimentales. Mientras que las variedades SA, SJ, SM, SP y SV proceden de selecciones realizadas dentro de poblaciones naturalizadas en suelos bajos de la Depresión del Salado, la experimental SC fue obtenida por selección de individuos en una pastura de el Cv El Vizcachero INTA, establecida sobre un suelo sin problemas de drenaje y pH neutro de la EEA Balcarce, INTA. El cultivar y la selección derivada de él presentarían menor adaptación a suelos bajos alcalinos, traducida en una menor velocidad de germinación y emergencia en ese sustrato, lo que dificultaría el desarrollo temprano de una alta densidad de macollos y consecuentemente, la obtención de mayor producción de materia seca en relación a las otras variedades experimentales. De ellas, las dos de mayor MSACum absoluta presentaron diferente estrategia para lograr valores similares de biomasa, hecho evidente al comparar la estructura del canopeo de SA y SJ, donde se pone en evidencia que en ambas se establece una compensación entre densidad y tamaño de macollos, pero en sentido inverso, tal como ha sido observado en otras gramíneas forrajeras (Davies, 1998).

Las variedades SA, SJ y SV se destacaron por presentar mayor velocidad de aparición de raíces y hojas, así como alta emergencia inicial en condiciones semi-controladas y en el campo, características que las señalarían como las variedades de mayor aptitud para lograr un rápido establecimiento de la pastura, en particular en suelos alcalinos. Ninguna de esas tres variedades experimentales presentó diferencias

en el número de macollos por superficie ni en materia seca al primer corte, si bien mostraron diferentes estrategias de producción de biomasa, al compensar en forma inversa el número de macollos y su tamaño individual. Se destaca la importancia de la evaluación de materiales experimentales en el ambiente en que serán utilizadas con posterioridad, a fin de aportar información confiable para la obtención de variedades de mayor producción y adaptación. En este último aspecto, se reafirma el valor del germoplasma adaptado a la zona problema, como fuente de germoplasma en un programa de mejora genética.

En este trabajo se constató la existencia de variabilidad en el comportamiento de las variedades evaluadas, no sólo en la aptitud para germinar y establecerse, sino en otras características de interés agronómico como el número y el tamaño de los macollos y la producción acumulada de forraje al primer corte. Las sintéticas experimentales SA, SJ y SV resultaron las más promisorias para lograr una rápida implantación y cobertura en suelos bajos alcalinos. Se estableció además, la importancia que tiene, en siembras convencionales de agropiro alargado en suelos bajos alcalinos, la utilización de simiente de alta velocidad para germinar, tal que asegure alta emergencia inicial, rápido establecimiento y mayor producción de forraje en el año de implantación.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo subsidiado por los siguientes proyectos: AGR 103/00 y AGR 156/03 de la UNMdP; PIP 4044/96 del CONICET; PIE 53000005 del INTA; CVT/2000 entre INTA-FCA, UNMdP-KWS.

## BIBLIOGRAFÍA

BERTÍN, O.D., AROSTEGUY, J.C., SEVILLA, G.H., MARTÍN, F. y LORENZO, M.S. 1987. Demostración de hojas y macollas en agropiro alarga-

- do bajo diferentes sistemas de pastoreo. Rev. Arg. Prod. Anim. 7(4): 347-353.
- BORRAJO, C.I. 1998. Generación y expansión de los órganos foliares de agropiro alargado en función del material genético y la disponibilidad de nitrógeno. Tesis M.Sc, Esc. Postg. Prod. Veg. FCA. UNMdP. 75p.
- , ALONSO, S.I., MAZZANTI, A. y MONTERUBBIANESI, G. 1998. Caracterización de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado. 2. Macollaje y caracteres reproductivos. Rev. Arg. Prod. Anim. 18 (3-4): 183-192.
- , ALONSO, S.I. y ECHEVERRÍA, H.E. 2001. Materiales genéticos de agropiro alargado: producción y calidad del forraje acumulado de primavera. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 21(3-4):159-170.
- CASTAÑO, J. 1995. Producción de semilla de gramíneas forrajeras en el sudeste bonaerense. EEA Balcarce, INTA-CERBAS. Material didáctico n°10, 65-73 pp.
- DAVIES, A. 1988. The regrowth of grass swards. In: The grass crop: the physiological basis of production. Jones, M.B. and Lazenby, A. Ed: Chapman and Hall. 85-127 pp.
- DI MARCO, O.N., GUAITA, M.S., AELLO, M.S. y GÓMEZ, P.O. 1982. El agropiro (*Agropyron elongatum*) como recurso forrajero invernal, bajo distintas condiciones de manejo. VI. Dinámica de la pastura durante la tercer clausura otoñal. Rev. Arg. Prod. Anim. 2(4): 333-357.
- FERRARI, L. y MADDALONI, J. 2001. Agropiro alargado. In: MADDALONI, J. y FERRARI, L. (eds.). Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. INTA-UNZ, Bs.As. pp. 125-134.
- FLAGEAT, E., SOLÁ, S., MADDALONI, J. y FRUTOS, E. 1978. Germinación de semillas forrajeras. Producción Animal 6: 300-304.
- GOMEZ, P.O. y AELLO, M.S. 1982. Agropiro: recurso forrajero invernal de la Pampa Deprimida. Información agropecuaria N° 24. pp. 16-19.
- GONZÁLEZ, E.P. y GARDNER, A.L. 1974. Calidad de semillas de pasturas en Argentina. Producción Animal 5(t.1): 215-225.
- HORST, G.L. y DUNNING, N.B. 1989. Germination and seedling growth of perennial ryegrasses in soluble salts. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(2):338-342.
- ISTA, 1993. International Seed Testing Association. International rules for seed testing. Seed Sci.

- and Technol. 21, Supplement, Rules.
- MAAS, E.V. 1986. Salt tolerance of plants. Appl. Agric. Research 1: 12-26.
- MARTIN, F. 1997. Tolerancia al NaCl en **Elytrigia scabrifolia** y **E. scabriglumis** durante la germinación y el crecimiento de las plántulas. Trabajo de graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- MAZZANTI, A., CASTAÑO, J., SEVILLA, G.H. y ORBEA, J.R. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste de la provincia de Buenos Aires. Manual de descripción. CERBAS.INTA. pp. 32-33.
- MCGUIRE, P.E. y DVORAK, J. 1981. High salt-tolerance potential in wheatgrasses. Crop Sci. 21(5):702-705.
- MONTGOMERY, D.C. 1991. Experimentos con un solo factor. In: Diseño y análisis de experimentos. Grupo Ed. Iberoamérica. pp.45-84
- PERETTI, A. y ESCUDER, C.J. 1990. Evaluación de la calidad de semillas forrajeras en el sudeste bonaerense. Rev.Arg.Prod.Anim. 10(5): 331-344.
- RODRIGUEZ, J.A. 1981. Conceptos para el mejoramiento de especies forrajeras. XII Congreso Argentino de Genética, Salta. 19 p.
- SANDERSON, M.A. 1992. Morphological development of Switchgrass and Kleingrass. Agron. J. 84: 415-419.
- UNGAR, I.A. 1978. Halophyte seed germination. The Botanical Review 44(2):233-264.
- WHYTE, R.O., MOIR, T.R.G. y COOPER, J.P. 1959. Las gramíneas en la agricultura. FAO: Estudios Agropecuarios N° 42, 465 p.