

¿Qué puede pasar si se inunda un potrero durante la implantación de agropiro alargado?

María del Rosario Iturralde Elortegui
Germán Darío Berone
María Julia Martinefsky

AER Olavarría
Unidad Integrada Balcarce
(INTA-Facultad de Ciencias Agrarias, UNMDP)
IFEVA, FAUBA-CONICET
iturraldeelortegui.m@inta.gob.ar

Gustavo Gabriel Striker
María Gloria Monterubbianesi
Silvia Graciela Assuero

El problema de la inundación

Las inundaciones son disturbios naturales frecuentes que afectan el crecimiento de las plantas. En Argentina, la expansión de la frontera agrícola ha desplazado los sistemas ganaderos hacia ambientes marginales, que se caracterizan por tener suelos con problemas de drenaje, salinidad y/o alcalinidad. En la Pampa Deprimida los excesos de lluvia durante el invierno y los déficits hídricos en verano, el drenaje lento, y el carácter salino-sódico de los suelos dedicados a la ganadería, determinan que sea frecuente la alternancia de períodos de inundaciones y sequías estacionales. En ese sentido, estudios realizados en la cuenca baja del Río Salado han registrado eventos extremos de precipitación acumulada en todas las estaciones del año. Los anegamientos acontecidos en otoño e invierno han sido más prolongados que los ocurridos durante primavera y verano, siendo más recurrentes en los meses de abril y mayo.

Estos meses coinciden con los de implantación y el establecimiento de pasturas templadas.

Impacto de las inundaciones en el crecimiento de las plantas

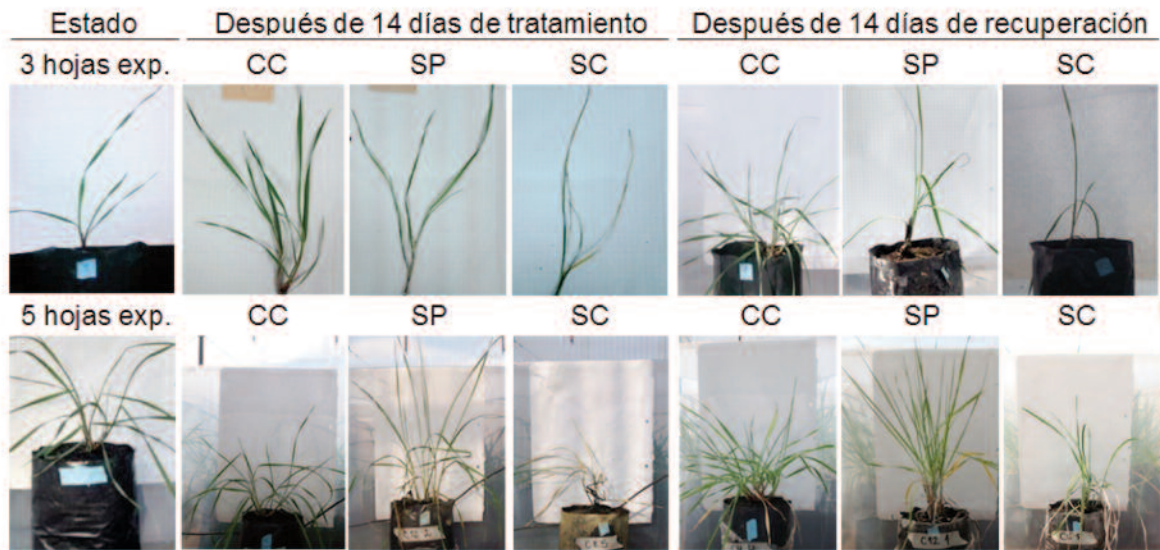
El término inundación, aplicado al estudio de las plantas, se refiere a un tipo de estrés en el que el agua reemplaza los espacios de aire que rodean las raíces y/o parte aérea de las mismas ocasionando condiciones de anaerobiosis, es decir una deficiencia de oxígeno en la raíz y en las partes sumergidas de la planta. El impacto de las inundaciones en el crecimiento de las plantas dependerá de la duración (cuánto tiempo), la frecuencia (con qué regularidad ocurren) y la intensidad (cuántos órganos de la planta se ven afectados por los excesos hídricos en relación con la profundidad del agua, Figura 1). El **anegamiento** o encharcamiento, implica que el exceso de agua se encuentra en la zona radical ocupando el espacio de los poros del suelo que normalmente contienen

aire, sería la situación “menos grave” que puede ocurrir. En estas condiciones, en plantas sensibles, se suele observar el marchitamiento en los órganos aéreos debido a que se encuentra limitada la absorción de agua y, en consecuencia, de nutrientes por las raíces. Además, en algunos suelos pueden formarse compuestos reducidos potencialmente tóxicos para las plantas. La **sumersión** se refiere a la situación en que la parte aérea de las plantas queda parcial o completamente debajo del agua. Ello impide el intercambio directo de gases entre la parte aérea de la planta y la atmósfera, lo que resulta en la reducción tanto de los niveles de oxígeno, como de dióxido de carbono que son necesarios para las funciones vitales de las plantas (fotosíntesis y respiración). Cuando las plantas se encuentran completamente sumergidas la radiación disponible también suele verse muy reducida. Por lo tanto, bajos niveles de dióxido de carbono y/o poca luz reducen enormemente las tasas de fotosíntesis cuando las plantas se encuentran debajo del agua. Bajo estas condiciones las plantas deben utilizar sus reservas de carbohidratos (azúca-



Figura 1 |
Representación gráfica del incremento de la intensidad del estrés a medida que el nivel de agua asciende cubriendo parcial o totalmente las raíces y la parte aérea de las plantas.

Figura 2 | Plantas de 3 y 5 hojas antes de la aplicación de los tratamientos de sumersión, y al final de los períodos de sumersión y de recuperación. **CC**, capacidad de campo; **SP**, sumersión parcial; y **SC**, sumersión completa.

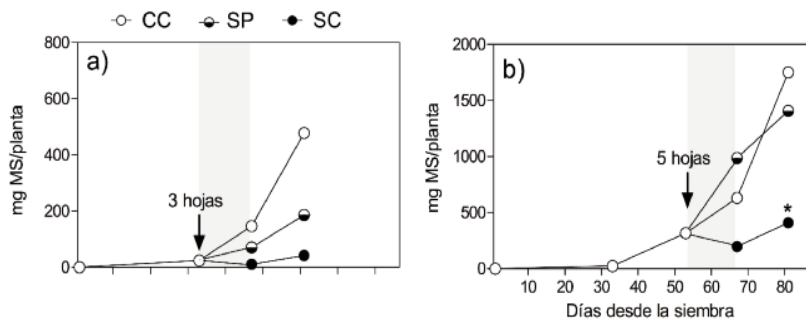


res solubles y almidón) para poder sobrevivir. Si bien el entorno que rodea a una planta que se encuentra expuesta a excesos hídricos impone un gran conjunto de problemas, las especies tolerantes pueden responder a través de diferentes procesos de aclimatación que incluyen cambios anatómicos, morfológicos y fisiológicos relacionados con la supervivencia y crecimiento bajo tales condiciones.

Agropiro alargado: la forrajera más cultivada en ambientes inundables

El agropiro alargado se ha extendido en la región pampeana, principalmente en la Pampa Semiárida y en la Pampa Deprimida, donde ocupa posiciones bajas del paisaje que poseen suelos alcalino-sódicos y con problemas de drenaje. Es una especie adaptada a diversos regímenes de humedad y temperatura que, en condiciones no limitantes, le permiten crecer activamente en otoño, primavera y verano. Si bien es una gramínea de lenta implantación, debido a su rusticidad es capaz de persistir en ambientes que sufren sequías estivales e inundaciones invernales, por lo que es considerada tolerante o resistente a dichas restricciones ambientales. Sin embargo, existen escasos antecedentes, tanto a nivel nacional como internacional, que expliquen los mecanismos por los cuales las plantas de esta especie son capaces de sobrevivir a condiciones ambientales tan adversas.

Figura 3 | Biomasa aérea (mg MS/planta) de plantas de agropiro alargado en el estado de desarrollo de 3 (a) y 5 (b) hojas expandidas, creciendo a capacidad de campo (CC) o expuestas a sumersión parcial (SP) o sumersión completa (SC) durante 14 días (franja gris).



El establecimiento de la pastura de agropiro alargado

El establecimiento es el proceso en el cual la plántula ya emergida deja de depender de las reservas seminales y comienza a depender de los asimilados generados a partir de la fotosíntesis. Es una etapa clave para el desarrollo futuro de la pastura ya que, debido a su reducido tamaño, las plántulas son extremadamente susceptibles a cualquier tipo de estrés. En ese sentido, se considera que la fecha de siembra óptima de agropiro alargado para la zona Centro y Sudeste de Buenos Aires se ubica en el período comprendido entre el 20 de febrero y el 31 de marzo. En ese período las temperaturas medias del aire son cercanas a los 15°C y favorecen el rápido desarrollo de las plántulas, permitiendo llegar al inicio del

invierno con plantas en estado de macollaje. Por otro lado, si se siembra en fechas más tardías, el logro de plantas y la perennidad de la pastura podrían verse afectados negativamente dado que con el avance del otoño aumenta la probabilidad de que se produzcan lluvias y de que las plantas jóvenes se vean sometidas a excesos hídricos. Por ello, nos propusimos investigar cuál sería el impacto de los excesos hídricos de diferentes intensidades sobre la supervivencia y el crecimiento de plantas de agropiro alargado en etapas tempranas de desarrollo.

Experiencias en agropiro alargado

Se realizaron dos experimentos en los cuales plantas de agropiro alargado de dos estados de desarrollo diferentes, 3 y 5 hojas expandidas, fueron expues-

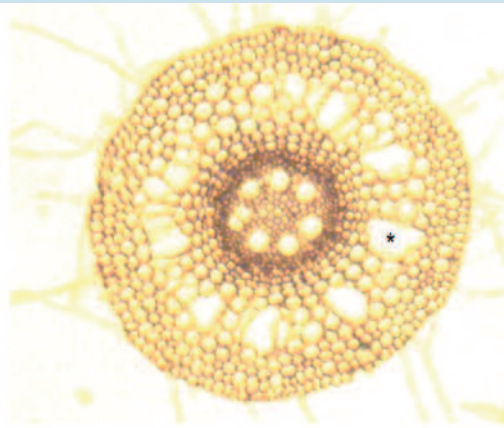
tas a tratamientos de sumersión parcial y completa durante 14 días. El objetivo era conocer si el potencial productivo de las plantas expuestas a dichas situaciones de excesos hídricos se afectaba diferencialmente en esos dos momentos tan cercanos de desarrollo de las plantas. Posteriormente, se retiró el agua y dejamos crecer las plantas en condiciones de capacidad de campo durante 14 días para evaluar cómo se recuperaban. En la Figura 2 se puede ver el estado de las plantas de 3 y 5 hojas al inicio del experimento y al final de los períodos de sumersión y recuperación. Les contamos algunas cosas que descubrimos.

Sumersión parcial: ¿Qué pasa si el agua tapa la mitad de la planta?

En ambos estados de desarrollo las plantas de agropiro alargado fueron capaces de crecer y acumular biomasa en condiciones de sumersión parcial. Durante el período de inundación, las plantas de 3 hojas crecieron, pero a menor tasa que plantas mantenidas a capacidad de campo, por lo que alcanzaron aproximadamente el 50% de la biomasa total de estas últimas (Figura 3a). Por su parte, las plantas que estaban en un estado de 5 hojas expandidas no fueron afectadas por la sumersión parcial ya que al final del período de inundación, presentaron similar cantidad de macollos, hojas vivas, área foliar y largo total de raíces que las que crecieron a capacidad de campo. Además, produjeron mayor biomasa total (Figura 3b). Los resultados tan contrastantes entre ambos estados de desarrollo se debieron a que las plantas que tenían 5 hojas tuvieron mayor capacidad de captar y transportar oxígeno para facilitar la aireación de los tejidos sumergidos que las plantas de 3 hojas. Esta mayor capacidad estuvo relacionada con el incremento significativo del tejido aerenquimático en las raíces (Figura 4) y con el incremento en la longitud de órganos aéreos de las plantas de 5 hojas expandidas. Esta última respuesta les permitió, a las plantas de 5 hojas, ubicar una mayor cantidad de área foliar por encima del nivel del agua. Finalizado el experimento (luego de 14 días de recuperación a capacidad de campo) pudimos observar que la supervivencia de las plantas no había sido afectada en ninguno de los estados de desarrollo ya que el 100% estaban vivas.

Figura 4 | Corte transversal de raíces de plantas de agropiro alargado después haber sido expuestas durante 14 días de sumersión parcial al estado de 5 hojas expandidas.

(*) indica tejido aerenquimático, el cual está compuesto por espacios aéreos que se forman a partir de la muerte de células y que facilitan el transporte longitudinal difusivo de oxígeno desde la parte aérea en contacto con el aire atmosférico hacia el ápice de la raíz. Funcionan como un tubo de snorkel.



Sumersión completa: ¿Qué pasa si el agua tapa toda la planta?

Las plantas de agropiro alargado de 3 y 5 hojas expandidas resultaron severamente afectadas en condiciones de sumersión completa. En ambos estados de desarrollo la producción de biomasa aérea fue inferior a la del inicio del experimento (Figuras 3a y 3b), al igual que el número de macollos y de hojas vivas, lo que indica una muerte prematura de dichos órganos. Estos resultados se deben a que los órganos aéreos permanecieron por debajo del agua y las plantas no pudieron recuperar la capacidad de fotosíntesis y aireación necesaria para su crecimiento. Además, se observó una disminución

en el contenido de azúcares solubles en pseudotallo, lo que indica que las plantas utilizaron reservas para sobrevivir durante ese período. La principal diferencia observada entre ambos estados de desarrollo fue que, finalizado el período de recuperación, el 70% de las plantas que se inundaron completamente en el estado de 3 hojas expandidas murieron, y las que lograron sobrevivir, presentaron muy baja producción de biomasa. Por otro lado, el 100% de las plantas de 5 hojas sobrevivieron y, durante la recuperación, retomaron el crecimiento, aunque a una tasa inferior a las del tratamiento de capacidad de campo, por lo que la biomasa al final del experimento también fue menor.

CONCLUSIONES GENERALES

Durante la etapa de implantación las plantas de agropiro alargado con al menos 3 hojas expandidas toleraron ser cubiertas por agua hasta la mitad de su altura (sumersión parcial) durante un período de 14 días y pudieron recuperarse una vez que se retiró el agua. Sin embargo, estas plantas prácticamente no sobrevivieron cuando fueron completamente cubiertas por el agua (sumersión completa). Por su parte, las plantas de 5 hojas expandidas toleraron sin problemas la sumersión parcial, y si bien la sumersión completa no afectó su supervivencia, disminuyó notablemente su capacidad de crecimiento durante el período de recuperación.

En conclusión, se puede decir que la sensibilidad de las plantas de agropiro alargado a la sumersión completa durante 14 días fue evidente en ambos estados de desarrollo, por lo que sería recomendable ajustar la fecha de siembra de esta especie en función de cada ambiente con el objetivo de evitar que la lámina de agua pueda, eventualmente, cubrir completamente las plantas en etapas tempranas de su desarrollo.



Agradecimientos: Este trabajo fue subvencionado por un proyecto específico de INTA (PNPA 1126073) y dos proyectos de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata (15/A489-AGR488/16 y 15/A548-AGR544/18).