

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**CARACTERÍSTICAS GERMINATIVAS DE SEMILLAS DE CAPIM  
ANNONI 2 (*ERAGROSTIS PLANA NESS*)**

**por**

**Federico DAMBORIARENA SOLER  
Nicolás GARCÍA PINTOS INCIARTE**

**TESIS presentada como  
uno de los requisitos para  
obtener el título de  
Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2010**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. Grisel Fernández

---

Ing. Agr. Juana Villalba

---

Ing. Agr. Marcelo Pereira

---

Fecha:

Autor:

---

Federico DAMBORIARENA SOLER

---

Nicolás GARCÍA PINTOS INCIARTE

## AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes, funcionarios y estudiantes de la Facultad de Agronomía que de alguna u otra forma nos fueron enriqueciendo tanto personal como profesionalmente a lo largo de toda la carrera.

Un especial agradecimiento a la docente Grisel Fernández por haber aceptado ser nuestra directora y su invaluable colaboración, pero principalmente por su paciencia que permitió la elaboración de este trabajo.

A Juana Villalba y Marcelo Pereira por haber aceptado formar parte de la mesa de evaluación.

A la Lic. Sully Toledo que le dedico tiempo y paciencia para ajustar los últimos detalles del formato de esta tesis.

A todos nuestros amigos y compañeros que de alguna u otra forma nos ayudaron a realizar la parte practica del trabajo.

Por último un agradecimiento muy especial a nuestras familias y amigos por el apoyo que nos han dado a lo largo de toda la carrera y principalmente en esta última etapa.

Sin ellos no hubiera sido posible.

Muchas Gracias

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 GENERALIDADES DE <i>ERAGROSTIS PLANA NEES</i> .....	3
2.1.1 <u>Origen de <i>Eragrostis Plana Nees</i></u> .....	3
2.1.2 <u>Descripción botánica</u> .....	5
2.1.3 <u>Bioecología</u> .....	6
2.1.3.1 Producción de semillas.....	8
2.1.3.2 Diseminación, invasión y dominancia.....	9
2.1.3.3 Características germinativas.....	10
2.2 ASPECTOS GENERALES DE LOS PROCESOS DE GERMINACIÓN Y DORMANCIA.....	12
2.2.1 <u>Dormancia</u> .....	12
2.2.2 <u>Germinación</u> .....	14
2.2.3 <u>Factores que afectan la germinación</u> .....	16
2.2.3.1 Factores Internos.....	17
2.2.3.2 Factores externos.....	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	23
3.1 EXPERIMENTO 1.....	23
3.2 EXPERIMENTO 2.....	25
3.3 EXPERIMENTO 3.....	26
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	27
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	28
4.1 EXPERIMENTO 1.....	28
4.2 EXPERIMENTO 2.....	32
4.3 EXPERIMENTO 3.....	36
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	40
6. <u>RESUMEN</u> .....	41

7. <u>SUMMARY</u> .....	43
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	44

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Germinación acumulada (%) para los 4 tratamientos en todas las fechas de evaluación. ....	28
2. Velocidad de germinación acumulada (IVG) a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 dpi.....	31
3. Germinación acumulada (%) para los 5 tratamientos en todas las fechas de evaluación.....	33
4. Velocidad de germinación acumulada (IVG) a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 dpi.....	35
5. Emergencias acumuladas (%) para los 6 tratamientos en todas las fechas de evaluación.....	37
6. Tasa de implantación para los 6 tratamientos en todas las fechas de evaluación.....	39
Figura No.	
1. Germinación acumulada (%) según días post implantación del experimento.....	30
2: Tasa de germinación (% de semillas germinadas/día) hasta los 2, 4, 6, 8, 10,12 y 14 dpi experimento.....	32
3: Porcentajes de germinación según días post implantación del Experimento 1.....	34
4. Tasa de germinación (% de semillas germinadas por día) hasta los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 dpi.....	36
5: Porcentajes de implantación según días post-instalación en el Experimento 3.....	38

## 1. INTRODUCCIÓN

Uruguay, país agropecuario por excelencia, donde la producción agropecuaria tiene una participación del 10 % del producto bruto interno. Sin embargo, su importancia para la economía es ampliamente superior a dicho porcentaje, ya que proporciona la mayor parte de las materias primas para la industria manufacturera, uno de los sectores con mayor presencia exportadora. Gran parte de esta producción es afectada por malezas, las cuales disminuyen la productividad y calidad tanto de cultivos como de pasturas, ya sean naturales o artificiales, causando grandes pérdidas económicas.

Estas pérdidas se pueden disminuir realizando un manejo integrado de las malezas, combinando medidas de control químicas, mecánicas y/o culturales, con la mínima alteración de los ecosistemas y la mejora de la calidad y productividad posible.

Para lograr integrar estas medidas de control y mejorar la producción y calidad, resulta imprescindible conocer todos los aspectos relacionados a la biología de las especies.

En este sentido, "*Eragrostis plana* Ness" más conocido como Capim Annoni 2, es una de las mayores amenazas de nuestro país, la cual en los últimos años ha venido aumentando el área invadida.

Esta gramínea de origen africana, es una maleza invasora y degradante de las pasturas, que reduce la productividad de los campos, pudiendo llegar a afectar las exportaciones agropecuarias teniendo en cuenta que se trata de una maleza considerada prohibida en varios países del MERCOSUR.

La misma, actualmente considerada como la invasora más agresiva de los campos naturales del sur de Brasil, ingreso a ese país en la década del 50, mientras que en Uruguay, las primeras denuncias de su presencia data de la década del 80 en Aceguá, extendiéndose luego en toda la frontera con Brasil.

Por ser una especie conocida como devastadora de la productividad del campo natural y presentar una gran capacidad de diseminación, su presencia causa preocupación a productores y técnicos.

Trabajos previos destacaron el elevadísimo potencial reproductivo de la especie debido a su gran producción de semillas de pequeño tamaño, falta conocer si estas son viables o no. Es por esto que el objetivo de este trabajo fue evaluar las características germinativas de la especie sometiéndola a diferentes tratamientos previos a la germinación.



## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GENERALIDADES DE *ERAGROSTIS PLANA* NEES

#### 2.1.1 Origen de *Eragrostis Plana* Nees

Actualmente es considerada como la invasora más agresiva de los campos naturales del sur de Brasil. Su elevada capacidad de diseminación, su habilidad competitiva, su poca aceptación por el ganado, su efecto alelopático, son unos de los factores responsables por la alta agresividad de dicha invasora (Reis, 1993a) y que tienen como principal forma de diseminación vía semillas (Coelho, 1983).

Es una gramínea perenne estival, presente tanto en África tropical, como África del sur y Asia (Boldrini y Kampf 1977, Coelho 1983, Jones, Bosser, Hall, citados por Reis 1993a, Guterres 1993), Es una planta dominante en ciertos tipos de sabanas africanas, donde ocupa suelos pisoteados por ganado (Bosser, citado por Reis, 1993a). Boldrini y Kampf (1977) coinciden en cuanto al origen y la describen además como una invasora de palatabilidad regular.

Las primeras denuncias de la presencia de *Eragrostis plana* en Uruguay fueron realizadas en la década del 80' por productores brasileños propietarios de tierras en el departamento de Cerro Largo. Fue a partir de ahí que los Ings. Agrs. Pablo López y Gustavo Guarino, técnicos del MGAP, realizaron un relevamiento de la zona, constatando la presencia de Capim Annoni en el camino internacional de Aceguá, frontera seca con Brasil, y en la ruta 8 en la altura de Villa Isidoro Noblia (Guarino, citado por Boggiano et al., 2004).

Supuestamente la procedencia de estas infestaciones fue de Brasil, país en el que las primeras denuncias de presencia datan de la década del 50. Posiblemente haya ingresado proveniente del suroeste de África mezclada con semillas de *Chloris gayana* Kunth (Capim Rhodes) y de *Eragrostis curvula* (Schradler), Hall, citado por Reis (1993<sup>a</sup>).

Capim Annoni 2 inicialmente era visto con entusiasmo debido a su gran producción de biomasa, su porte vigoroso y por la fácil implantación de sus semillas, adaptándose muy bien a suelos pobres. Este periodo se prolongo hasta la década del 70, cuando productores rurales y estudiosos del área pasturas hicieron experimentos y la avalaron como una especie forrajera de

potencial. Esta especie fue muy difundida en Río Grande del Sur como una alternativa para aumentar la producción animal del estado (Coelho, 1993).

Su desarrollo y resistencia a los fríos impresionaron a Ernesto Annoni, quien luego de ver supuestas cualidades forrajeras en esta maleza se dedicó a multiplicarla y distribuirla entre productores. Es así que a partir de allí comienza a colonizar área en el estado de Río Grande del Sur, diseminándose por campos y banquinas del estado sureño, ocupando más de un millón de hectáreas (Boggiano et al., 2004).

A partir de 1979 se prohibió la comercialización y transporte de semillas de Capim pasando esta gramínea a ser considerada una invasora y ya no una especie con aptitudes forrajeras. Las investigaciones posteriores a esta prohibición tuvieron como enfoque la forma de controlar dicha invasora, dejando de lado los estudios como especie forrajera (Reis y Oliveira, citados por Coelho, 1993).

Según menciona Coelho (1993) el área invadida por *Eragrostis plana* Ness en Río Grande del Sur en 1978 era estimada en el entorno de 20000 hectáreas, mientras que para el año 1993 el área estimada pasó a ser de 400.000 a 500.000 hectáreas, agravándose el problema.

Medeiros et al. (2004a), sostienen que en caso de mantenerse la proporción actual de crecimiento, el aumento de área ocupada por Capim será entorno a 1 800 000 has en los próximos 10 años, que sumadas con las 400000 has registradas en 1998, totalizarían 2.200.000 has en 2008, lo que equivale a un 20 % del área de vegetación campestre de Río Grande del Sur.

En 1994 en Uruguay, Longinotti (1994) advertía en un artículo publicado en la revista del Plan Agropecuario sobre la presencia muy cercana a la frontera en el departamento de Rivera.

Hasta el año 2003 se creía que el Capim estaba presente solamente en el área fronteriza de Rivera, Cerro Largo y Artigas. Varias recorridas de docentes de la Facultad de Agronomía junto a técnicos del Plan Agropecuario realizadas sobre las banquinas de rutas, permitió constatar la presencia de la maleza no sólo en la frontera sino también en otros departamentos como Paysandú, Salto, Artigas y sur de Tacuarembó. Inclusive, recientemente se la ha identificado también en Río Negro, Durazno, Florida, Rocha, Flores, San José, Treinta y Tres y Soriano (Boggiano et al., 2004).

Según el mismo autor se encuentra diseminada en forma generalizada por el norte uruguayo pudiendo encontrarse plantas a 200 Km de la frontera y

de este a oeste por las banquinas de la ruta 26 desde Cerro Largo hasta Paysandú.

### 2.1.2 Descripción botánica

Pertenece a la familia Gramineae, subfamilia Eragrostoideae, tribu Eragrosteae.

En cuanto a sus características anatomo-morfológicas ha sido descrita como cespitosa, formando matas tenazmente enraizadas, de cerca de 30 – 110 cm de altura y de 90 – 100 cm cuando están florecidas.

Los tallos son de coloración verde – ceniciento, los tallos floríferos son erectos y agrupados, de base fuertemente comprimida, glabros, lisos, con 2 – 4 nudos, sobre los cuales puede ocurrir un anillo glandular. La innovación es intravaginal y la prefoliación convoluta.

Las hojas con coloración verde clara, presentan vainas comprimidas, lisas o brillantes. Las vainas de los tallos floríferos son mas largas que las de las hojas basales (15 – 22 cm y 7 – 13 cm respectivamente), presentando pelos en los bordes. Se encuentran, a veces, glándulas esparcidas o en grupos en las nervaduras. Según Kissmann, citado por Ashfield (2005), las vainas se encajan sucesivamente en su porción inferior.

Las láminas son filiformes, de 1 - 2,5 mm de ancho, escamosas en la parte ventral, con forma de quilla y ápice involuto, algunas veces plano, glabras o levemente pilosas. Boechat y Valls (1986) citan que los ejemplares del sur de Río Grande do Sul, en Brasil, examinados por ellos, presentan pelos en los márgenes de las hojas basales, y por eso difieren de la descripción de los tipos hecha por Nees, citado por Reis (1993a). Los ejemplares revisados a campo en Uruguay presentan ambas formas de hoja, glabras y pubescentes (Boggiano et al., 2004).

Las láminas de la hoja bandera tienen de longitud 2 – 19 cm. y las láminas de las hojas basales de mayor longitud con cerca de 20 – 45 cm. La lígula se reduce a una línea de ciliat de 0,1 - 0,5 mm. de longitud.

Las inflorescencias son panojas lanceoladas erectas y abiertas, de 15 – 40 cm de largo frecuentemente con entalles glandulosos opacos y amarillentos en el eje principal y en los pedicelos. Ramas solitarias o alternas, raramente fasciculadas, adpresas o abiertas, presentando un engrosamiento oscuro, glabro o levemente piloso en las axilas de los ramos principales.

Pedicelos escabrosos, menores que las espiguillas. Espiguillas verde-oliva, brillantes, lineal-lanceoladas, de 7 –15 mm de longitud, por 1 – 2,2 mm. de ancho, con 6 – 15 antecios hermafroditas. Raquilla tenaz, en zig-zag, pudiendo verse entre los antecios.

Glumas caducas, la inferior reducida a una escama de 0,2 – 1 mm de longitud, inervada o con una nervadura inconspícua, la superior oval-lanceolada, obtusa de 1 – 1,5 mm. de longitud, uninervada, con la nervadura levemente “escabrosa”. Lemas ovaladas, obtusas, de 2 – 3 mm. de ancho por 0,2 – 0,6 mm. de largo, tri-nervadas, nervaduras prominentes, de color mas clara, y dotadas de glándulas en depresiones. Paleas persistentes, obtusas, de 2 – 2,4 mm. de ancho, tenuemente escabrosas en el ápice de las quillas. Tres estambres, con anteras castaños, de 1,2 – 1,4 mm. de ancho. Cariopse castaño, triangular, de 1 – 1,5 mm. de largo, por 0,4 – 0,7 mm. de ancho, estriada, con surco (Boechat y Valls, Boldrini y Kampf, citados por Reis 1993a, Kissmann, citado por Ashfield 2005).

Cariopse estrecho – ovalado, comprimido lateralmente, con 1,2 – 1,6 mm de largo y 0,3 – 0,4 mm de ancho por 1,5 – 0,7 de espesor. Lado dorsal con carena aguda, lado ventral surcado en mayor o menor intensidad, dependiendo del estado de maduración. Ápice redondeado y base obtusa, generalmente con apéndice blanquecino en ambas extremidades. Pericarpio de rojo – anaranjado a castaño –rojizo, con el área del embrión del mismo color o más clara. Superficie aparentando ser finamente estriada (Kissmann, citado por Ashfield, 2005).

Presenta raíces fasciculadas, gruesas, profundas y muy desarrolladas. Según Kissmann, citado por Ashfield (2005), las raíces son abundantes, fibrosas, muy comprimidas, que en condiciones favorables pueden tener una profundidad de 2–3 m.

Prefieren suelos secos a moderadamente drenados (Reis 1993a, Reis y Coelho 2000). La parte aérea y el sistema radicular son muy resistentes a la tracción mecánica, siendo difícil arrancar las plantas.

### 2.1.3 Bioecología

El Capim Annoni es un pasto perenne de ciclo estival que forma matas altas, de aproximadamente 50 cm, con gran densidad de renuevos.

Es calificada como una especie rústica, con alta capacidad de sobrevivir en condiciones adversas y considerada como un pasto duro debido a sus altos contenidos de fibra lo que determina su muy baja digestibilidad. Esto lo convierte en un pasto poco apetecible para el ganado, siendo generalmente rechazado, salvo condiciones extremas donde el ganado come las inflorescencias y las hojas más tiernas (Boggiano et al., citados por Rusconi, 2007).

Florece desde fines de primavera (diciembre) hasta las primeras heladas de otoño (Kissmann 1991, Reis 1993a, Reis y Coelho 2000). Efectuando cortes, o con el pisoteo, las plantas son capaces de renovar la floración cada 17–22 días durante el período de crecimiento. Las hojas externas, sufren un encrespamiento con las heladas aunque las hojas internas, más protegidas, continúan verdes (Kissmann, citado por Ashfield, 2005).

Su carácter perenne de ciclo estival, determina que florezca cuando la disponibilidad de forraje en los campos es mayor, lo que asegura una abundante semillazón. Esta, sumada a otras características como: rápido crecimiento, larga fase reproductiva, potencial alelopático (Coelho, 1986), banco de semillas persistente en el suelo (Medeiros et al., 2004a) y semillas de pequeño tamaño y alta fecundidad (Ferreira et al., 2006), hacen de esta especie una invasora ideal, que en nuestras condiciones se difunde desde campos superficiales hasta bajos, en donde la importancia radica en que compite con las especies nativas de alto valor nutritivo de nuestro campo natural comprometiendo así la producción de forraje y por ende la producción animal. A medida que se establece en el campo natural, va sustituyendo las especies, quedando una comunidad de dicha especie invasora perdiéndose la biodiversidad nativa. El establecimiento del Capim, provoca una disminución del valor forrajero del campo natural, y representa una pérdida de productividad por hectárea superior al 50% (Boggiano et al., 2004).

Según Medeiros (1978) la especie tiene gran capacidad de producir semillas de pequeño tamaño con elevada capacidad de germinación, diseminación y establecimiento. Estas semillas presentan habilidad para enterrarse, evitar germinaciones precoces y formar bancos de semillas en el suelo. Este mecanismo de escape prolonga la longevidad de las semillas, permitiendo a la regeneración de la especie y de reinstalación de nuevas poblaciones en respuesta a eventuales disturbios en el suelo (Medeiros y Silveira, 2006).

El tamaño y la forma de las semillas son importantes indicadores de la dinámica del banco de semillas en el suelo. Semillas de Capim con 1 mm de

largo y 0,5 mm de ancho y un peso medio de 0,21 gramos por mil semillas son consideradas dentro del grupo de las semillas pequeñas que tienen alta probabilidad de ser incorporadas al suelo y que enterradas permanezcan vivas por más tiempo. Esta especie presenta altas producciones anuales de semillas, con viabilidad superior a 90% y dormancia embrionaria en torno al 50%. Estos atributos habilitan a estas semillas a formar un banco de semillas en el suelo de tipo persistente, pudiendo durar más de un año y germinar en todas las estaciones (Medeiros et al., 2004b).

Según Reis (1993a) en el Sur de Brasil se da dominancia del Capim ya que las condiciones del suelo y clima en estas zonas son favorables para la especie y bien superiores a las de su lugar de origen con suelos pobres y degradados y con clima semi – árido, teniendo adaptación a regímenes hídricos menos favorecidos que los que existen en el Sur de Brasil. A su vez en estas zonas no hay presencia de sus competidoras naturales que podrían inhibir su diseminación y/o dominancia.

La especie presenta mecanismos activos de defensa y preservación. El Capim presenta una alta capacidad competitiva frente a especies naturales y cultivadas. Esto se debe a su potencial alelopático, su alta competencia por luz, agua y nutrientes y por ser una pastura de baja calidad siendo rechazada por los animales frente a otras especies.

En consideración de la gran importancia que tienen las características reproductivas en la determinación de la agresividad de esta especie se presenta a continuación una síntesis relacionada a la producción de semillas y las características germinativas de las mismas

#### 2.1.3.1 Producción de semillas

Según Coelho (1983) fue evidenciado que los dos factores de mayor relevancia en la determinación de la capacidad y agresividad de invasión de Capim son la producción de semillas así como la posibilidad de que esta invasora ejerciera algunos mecanismos que le facilitase la diseminación. Esta gran capacidad invasora no puede ser solamente atribuida a la competencia con otras especies por agua, luz, nutrientes y espacios físicos, sino que es un comportamiento característico de especies que presentan alguna actividad alelopática.

Tanto Kissmann (1991), Reis (1993a), Reis y Coelho (2000) como Boggiano et al. (2004), sostienen que es una especie muy semilladora, con un amplio período de floración - semillazón, que va desde octubre hasta abril,

desde fines de primavera hasta las primeras heladas de otoño. A su vez Coelho y Gonzaga (1993), Boggiano et al. (2004) coinciden en que la especie presenta una producción de hasta 10.000 semillas por planta que permanecen viables en el banco de semillas del suelo, por más de 10 años.

Coelho (1983), realizó una serie de estudios acerca la producción y fisiología de semillas producidas por Capim Annoni 2. Basado en los componentes de producción se estimó una productividad media de 232 kg/ha de semillas con alto poder germinativo y vigor. La productividad de semillas varió de 383 kg/ha a 181 kg/ha al inicio y al fin de verano respectivamente. Esta variación en la producción de semillas esta relacionada con el tamaño de las panículas, el tamaño disminuía a medida que el verano avanzaba y la producción al final bajo. No se observaron diferencias significativas en el tamaño de las semillas entre diciembre y fines de marzo, época en el que ocurre la mayor producción de semilla. Se estimó una media de 4.926.108 semillas /kg.

Medeiros et al. (2004a) realizaron estudios para determinar la longevidad de semillas de *E. plana* y los modelos mostraron que la capacidad germinativa de las semillas localizadas a mayor profundidad en el suelo son menos perjudicadas por el tiempo de permanencia en el suelo que las mas próximas a la superficie. Las semillas que se encuentran más cercanas a la superficie, conforme al modelo, sobreviven por más de 3 años, mientras que las semillas localizadas a 20 cm pueden sobrevivir por más de 24 años. Esta información confirma que el Capim forma bancos de semillas persistentes de larga duración.

#### 2.1.3.2 Diseminación, invasión y dominancia

La mayor vía de diseminación de esta especie son las semillas. La caída de esas semillas y la permanencia de las mismas en el suelo permiten la constante renovación de plantas en el campo. Las semillas son pequeñas y livianas, altamente viables, pudiendo permanecer por más de 10 años. Así se observa en áreas invadidas laboreadas o luego de la aplicación de herbicida buscando eliminar las plantas existentes, después de algunos meses, gran presencia de plantas jóvenes provenientes de la germinación del banco de semillas (Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, 2003).

La dispersión ocurre por el transporte de semillas de dicha especie de aquellos lugares donde ya esta presente o es dominante, que son las fuentes de dispersión, para áreas adyacentes o mas distantes a través de agentes de diseminación (Reis, 1993a).

Las principales fuentes de diseminación son las rutas, caminos vecinales, corredores, trillos, potreros, locales donde hay concentración de animales como dormideros y mangueras, locales de ferias, entre otros. Mientras que los principales agentes de diseminación son los animales pudiendo transportarlas en pelos, patas o dispersarlas por las heces, etc., el hombre diseminándola mediante vehículos automotores, maquinaria agrícola o vial y también por viento o vías fluviales (Reis, 1993a).

Según Reis, citado por Reis y Coelho (2000), el proceso de diseminación, invasión y dominancia requiere cierto tiempo para que ocurra. La velocidad de invasión depende de varios factores, tales como tipo de suelo y vegetación, densidad y diversidad de vegetación, manejo de la vegetación como puede ser el sobrepastoreo que facilita la invasión, uso agrícola y la intensidad con que las fuentes y los agentes de diseminación actúan sobre el ambiente.

En general el perfil de invasión en potreros puede ser identificado en fases distintas. La primera fase es cuando hay plantas aisladas, visibles en porteras, caminos, trillos, pasos internos y lugares de concentración de ganado. En la segunda fase se observan poblaciones o manchas en esos lugares donde se veían plantas, y las mismas van gradualmente con el tiempo aumentando el área ocupada. Es en esta fase donde ocurre la invasión no perceptible en los potreros. Las plantas empiezan a aparecer en el medio de la vegetación y pueden ser apenas percibidas por quienes estén más habituados al reconocimiento de la especie. La tercera fase es el inicio de la dominancia, en donde las manchas aumentan el área desplazando a las especies de campo natural o praderas, ocupando también rápidamente lugares de suelo desnudo. La cuarta fase es la de dominio sobre las especies existentes, en donde hay prácticamente un monocultivo de Capim (Reis, 1993a).

### 2.1.3.3 Características germinativas

En el documento de la Reuniao Regional de Avaliacao de Pesquisa com Annoni 2, de 1993, Gonzaga y Coelho presentan un resumen de los resultados de varios estudios en características germinativas de la maleza, conducidos durante el año 1982 en el Laboratorio de IPAGRO.

Según sostiene el autor las semillas de Capim Annoni presentan latencia, la cual fue efectivamente levantada utilizando preenfriamiento con temperaturas de 5 y 10° C por un periodo de 5 a 7 días seguida de la adición de soluciones de KNO<sub>3</sub> al 0,2% o con choques térmicos con temperaturas por



encima de los 49° C por periodos de 1 a 10 minutos seguida de temperaturas alternadas de noche (16 horas) con 20 °C y día (8 horas) con 35 °C.

Agrega además que la dormancia también puede levantarse por efectos del pasaje por el tracto animal cuando ingeridas o por efectos de quema.

En cuanto a las temperaturas óptimas para la germinación se encontraron respuestas positivas a la alternancia de temperaturas, alcanzándose los máximos porcentajes de germinación con alternancias de 20/30 °C y 20/35°C

En otros trabajos, estudiando el efecto de la profundidad de entierro en la germinación encontró semillas que germinaron hasta la profundidad de 11 cm. cuando se dieron las condiciones mínimas para la germinación.

Medeiros y Silveira (2006) estudiando la capacidad germinativa de semillas de Capim provenientes de áreas con glifosato, encontraron mayores porcentajes de germinación en las semillas tratadas con glifosato que la sin tratar y respuestas significativas a la adición de KNO<sub>3</sub> (0,2%) al igual que Coelho (1993a) aunque a diferencia de este autor, ninguna respuesta a los pre-tratamientos de frío.

Por otra parte en los estudios de estos autores se encontraron respuesta diferenciales en los porcentajes de germinación y la velocidad de germinación. En los tratamientos sin herbicida aún no existiendo efecto del preenfriado en la germinación se constataron efectos sobre el IVG (índice de velocidad de germinación), los cuales se vieron incrementados tanto con o sin adición de KNO<sub>3</sub> por el efecto del tratamiento de frío previo

Coelho (1983), estudiando la distribución de las semillas de Capim en diferentes tipos de suelos, encontró semillas que germinaron hasta la profundidad de 11 cm. cuando fueron dadas las condiciones mínimas de germinación.

Estudios realizados en el país no indicaron requisitos de luz para la germinación, obteniendo iguales resultados de germinación con y sin luz, y si de un periodo de latencia registrándose solo a partir de setiembre altos niveles de germinación (80 %) para las semillas provenientes de 2 colectas en otoño. Las semillas germinaron en un 80 % en flujos durante un periodo de 10-12 días sin ser sometidas a ningún tratamiento de ruptura de dormancia, lo cual estaría indicando la ocurrencia de flujos de emergencia mayormente concentrados y la inexistencia de niveles importantes de dormancia (Fernández et al., 2008).

Los resultados obtenidos en laboratorio pueden ser observados a campo, o sea, semillas producidas en verano / otoño solamente germinarán en la primavera siguiente, luego de haber sufrido las bajas temperaturas de invierno, que quiebran la latencia, inviernos con temperaturas mas bajas, implica un mayor porcentaje de semillas germinadas en primavera (Coelho, 1993a).

## 2.2 ASPECTOS GENERALES DE LOS PROCESOS DE GERMINACIÓN Y DORMANCIA

### 2. 2.1 Dormancia

Si bien puede considerarse que la dormancia de la semilla significa simplemente que ésta no germina, la consideración resulta como definición, inadecuada.

La dormancia de la semilla resulta de la ausencia de germinación. Sin embargo, la ausencia de la misma puede tener varias causas, la semilla puede ser no viable; el entorno, como el caso de condiciones ambientales desfavorables (Baskin y Baskin, 2001) puede estar limitando la germinación, otros factores de la semilla o la dispersión de la misma pueden estar bloqueando la germinación (Baskin y Baskin 2001, Bradford y Nonogaki 2007).

Según Harper (1959), la definición frecuentemente usada para dormancia es “la ausencia de germinación de una semilla viable bajo condiciones que son favorables para la germinación”. Sin embargo esta definición tampoco es perfecta ya que se puede interpretar de varias formas.

Da Silva et al., citados por Bradford y Nonogaki (2007), realizan una primera advertencia al referirse a “ausencia de germinación”, ya que hay especies que presentan una muy lenta germinación lo que no significa que estén en dormancia. Sumado a esto, el tiempo que requiere para germinar puede variar de acuerdo al grado o profundidad de dormancia.

Una segunda advertencia refiere a “condiciones que son favorables para la germinación”. Semillas con menor dormancia germinan en un rango mayor de condiciones que aquellas que presentan mayor dormancia (Karszen, 1982).

La dormancia es considerada como un factor primordial que contribuye a la presencia continua de semillas de malezas en suelos, es un mecanismo de

dispersión en el tiempo y es especialmente importante en plantas anuales a diferencia de las perennes, ya que las semillas de las anuales son el único vínculo entre generaciones (Grime 1982, Radosevich y Holt 1984).

Semillas de muchas malezas exitosas poseen una viabilidad prolongada y una dormancia pronunciada, lo que les permite sobrevivir a condiciones desfavorables para el crecimiento y persistir por largos periodos en el suelo (Karssen, 1982). En base a estas características persisten como infestación grave a pesar de las frecuentes alteraciones del suelo que acompañan a los cultivos agrícolas (Holt, 1988).

Según mencionan Baskin y Baskin (2001), la dormancia que resulta de ciertas características de la semilla se la llama dormancia orgánica, la cual generalmente es la más estudiada.

Según Nikolaeva, citado por Baskin y Baskin (2001), existen dos tipos de dormancia orgánica, la endógena y la exógena. La dormancia endógena, se da cuando ciertas características del embrión inhiben la germinación, mientras que la dormancia exógena se da cuando es afectado por ciertas características estructurales, incluyendo el endosperma y la cubierta de la semilla, entre otros.

Harper, citado por Crawley (1997), sostiene que algunas semillas nacen con dormancia y a otras se la imponen las condiciones ambientales. En tal sentido, este autor identifica tres tipos de dormancia: innata, inducida y forzada.

**Dormancia innata o primaria**, Karssen (1982) se refiere a esta como aquella dormancia innata que poseen las semillas cuando son dispersadas de la planta madre. Evita que la semilla germine mientras están en la planta madre. Esto puede ser debido a: inmadurez del embrión, la presencia de una cubierta de la semilla impermeable, o un inhibidor químico, o que la semilla requiera una condición particular del medio ambiente. La dormancia innata es usualmente interpretada como un mecanismo que garantiza la germinación cuando las condiciones son favorables (Holt, 1988).

**Dormancia inducida o secundaria**, la latencia inducida se establece cuando una semilla no latente, pasa a ser latente debido a la exposición a condiciones específicas del medio ambiente (Harper 1977, Radosevich y Holt 1984, Egley y Duke 1985). La ruptura de dicha dormancia es en función del medio interno del embrión (Radosevich y Holt, 1984).

Karssen (1982) sugiere a que la dormancia secundaria se refiere a un estado de dormición que es inducido a semillas no durmientes cuando las

condiciones para germinar no son favorables o semillas que vuelven a entrar en dormancia.

***Dormancia forzada***, ocurre cuando la semilla no germina por condiciones restrictivas del ambiente (Harper, 1977), la germinación se efectúa libremente cuando se eliminan las restricciones (Holt, 1988).

La dormancia forzada ocurre cuando la semilla esta privada de uno o mas requerimientos esenciales para la germinación, como pueden ser, humedad, oxígeno y luz. No hay mecanismos fisiológicos involucrados y la semilla esta simplemente imposibilitada de germinar (Egley y Duke, 1985).

Según Bouwmeester y Karsse, citados por Ignatenko y Kutscher (1995) las semillas frecuentemente poseen dormancia primaria al caer de la planta. Para romper esta dormancia en semillas secas o embebidas es necesario exponerlas a determinadas temperaturas por un cierto periodo y solamente luego, las semillas quedan sensibles a factores que estimulan la germinación. Sin embargo, el proceso de germinación solo ocurrirá cuando todos los factores se presenten, de otro modo la germinación es inhibida. Si la inhibición se extiende mucho, las semillas pueden entrar en dormancia secundaria, la cual puede romperse a través de apropiadas variaciones de temperaturas. Este ciclo puede repetirse por varios años.

### 2.2.2 Germinación

La germinación es una expresión tangible de las interacciones entre los factores clima y suelo en una semilla antes latente, que se ha modificado de diversos modos debido a los efectos disruptivos de las alteraciones del suelo (Holt, citado por Ignatenko y Kutscher, 1995).

Según García Breijo et al. (2006) el proceso de germinación es la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, en donde es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como un sustrato húmedo, suficiente cantidad de oxígeno que permita la respiración anaeróbica y una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

La germinación incorpora aquellos eventos que se inician con la absorción de agua por la semilla seca y terminan con la elongación del eje embrionario. El proceso concluye cuando la radícula penetra y atraviesa las estructuras que rodean al embrión, lo que frecuentemente se conoce como germinación visible (Herrera et al., 2006). Mientras que Black et al. (2000),

definen al periodo de germinación en sentido estricto como el tiempo entre la imbibición de agua por la semilla y la emergencia de la radícula.

Evenari (1952), Bewley y Black (1982), Gutterman (2002) coinciden en que la luz y la temperatura son unos de los factores más importantes que regulan la germinación de semillas en la mayoría de las especies.

La germinación comienza con la captación de agua por parte de la semilla que se encuentra en quiescencia y se completa cuando la radícula traspasa la cutícula. Esto ocurre cuando el crecimiento potencial del embrión puede superar las limitaciones impuestas por el tegumento (Bewley y Black, 1994). Coincidiendo con lo dicho anteriormente, Garcia Breijo et al. (2006), sostienen que la absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y a la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la ruptura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

Sin embargo, las semillas de muchas especies son incapaces de germinar, incluso cuando se encuentran en condiciones favorables. Esto es debido a que la semilla se encuentra en estado de latencia. Por ello, mientras no se den las condiciones adecuadas para la germinación, la semilla se mantendrá latente durante un tiempo variable, dependiendo de la especie, hasta que llegado un momento, pierda su capacidad de germinar.

Las semillas son unidades autónomas, debido a los materiales almacenados en las mismas, en contraste con las plantas que se desarrollan luego de la germinación. Los requerimientos del ambiente para la germinación son menores y más simples que los requeridos para el desarrollo de la planta, por lo tanto la germinación es relativamente independiente del entorno. Esta hipótesis se basa en la observación de que la plántula no realiza fotosíntesis, por lo tanto no requiere luz ni CO<sub>2</sub> para su propio desarrollo hasta que la plántula emerja a la superficie. Sin embargo, otros factores del entorno se requieren como agua, temperatura y oxígeno (Moringa, citado por Benech - Arnold y Sánchez, 2004).

Herrera et al. (2006), en su revisión sobre este tema coincidiendo con García Breijo et al. (2006), mencionan que en el proceso de germinación se distinguen 3 etapas. En la primer etapa ocurre la imbibición. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Consiste en la absorción del agua necesaria para la rehidratación de proteínas y organelos celulares, así como para el transporte y para que ocurran las reacciones hidrolíticas. En la segunda fase se produce la

activación del metabolismo o germinación, en esta se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente llegando incluso a detenerse. Aquí ocurre la síntesis de ácido nucleico y proteínas. También se incrementan las actividades enzimáticas así como la degradación inicial de las reservas. La tercera y última fase tiene lugar la emergencia de la radícula concluyendo el proceso germinativo ya que el crecimiento subsecuente se considera un proceso separado. En esta fase la absorción de agua vuelve a aumentar así como la actividad respiratoria.

La duración de cada una de estas fases depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido de compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas fases también están afectadas por las condiciones del medio, como el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc. Otro aspecto interesante es la relación de estas fases con el metabolismo de la semilla. Sin embargo en las semillas viables su metabolismo se activa por la hidratación. La segunda fase constituye un periodo de metabolismo activo previo a la germinación de las semillas viables o de inicio de las semillas muertas. La tercera fase se produce solo en semillas que germinan y obviamente se asocia a una fuerte actividad metabólica que comprende el inicio del crecimiento de la plántula y la movilización de reservas. Por tanto los factores externos que activan el metabolismo, como la temperatura, tienen un efecto estimulante en la última fase. En las dos primeras fases de la germinación los procesos son reversibles, a partir de la fase de crecimiento se entra en una situación fisiológica irreversible (García Breijo et al., 2006).

### 2.2.3 Factores que afectan la germinación

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos, factores internos y externos. Los internos o intrínsecos son los propios de la semilla, madurez y viabilidad de las semillas, mientras que los externos o extrínsecos son los que dependen del ambiente, agua, temperatura y gases (García Breijo et al., 2006). Esta caracterización coincide con la planteada por Evenari, Come, citados por Herrera et al. (2006).

Según Eichhorn et al. (1992), algunas semillas no germinan aunque las condiciones externas sean favorables. Estas semillas están en periodo de latencia. Las causas más comunes de la latencia de las semillas son la inmadurez fisiológica del embrión y la impermeabilidad de la cubierta seminal al agua y, algunas veces, al oxígeno.

### 2.2.3.1 Factores Internos

Entre los factores internos o endógenos, Come, citado por Herrera et al. (2006), menciona que la incapacidad para germinar esta dada por dos grandes categorías de semillas. La primera se conoce como inhibición tegumentaria de la germinación, la conforman aquellas en donde los tegumentos impiden que el embrión pueda germinar, y en donde la extracción del embrión permite su crecimiento inmediato. La segunda integra aquellas semillas donde es el embrión el que presenta la inhibición; y aunque este órgano se separe de las estructuras de la semilla no podrá realizar el proceso de germinación. Se habla entonces de latencia embrionaria.

A su vez, García Breijo et al. (2006), clasifican los factores internos a aquellos propios de la semilla como son madurez y viabilidad. Este indica que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo desde el punto de vista morfológico y fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aun una serie de transformaciones fisiológicas. La madurez fisiológica se alcanza al mismo tiempo que la morfológica, o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas.

Algunas semillas fisiológicamente inmaduras antes de germinar tienen que sufrir una serie compleja de cambios enzimáticos y bioquímicos que colectivamente reciben el nombre de post maduración (Eichhorn et al., 1992).

La viabilidad de las semillas es el periodo de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un periodo variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento (García Breijo et al., 2006).

### 2.2.3.2 Factores externos

La velocidad de germinación de las semillas depende de varios factores ambientales que actúan en forma continua y por periodos prolongados. Entre los mas importantes se encuentran la disponibilidad de agua, la temperatura, el oxígeno, el dióxido de carbono y la disponibilidad de luz. Cada uno de estos factores puede inhibir o estimular la germinación, por lo que el efecto combinado de todos ellos determinará la duración y la tasa de germinación (Herrera et al., 2006).

A continuación se realizara una breve descripción de los factores estudiados y analizados en este trabajo en particular.

## **Agua**

La absorción de agua es el primer paso, y el mas importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos (García Breijo et al., 2006).

Las pequeñas cantidades de agua necesarias para la germinación dependen del genoma de la semilla y sus componentes individuales. Los diferentes órganos y tejidos difieren en su estructura física interna, sus propiedades bioquímicas, y la composición química, por lo tanto, pueden diferir en su retención de agua, distribución y propiedades de hinchamiento (Siles, Bewley y Black, Koller y Hadas, citados por Benech - Arnold y Sánchez, 2004).

El agua absorbida por la semilla es un pre-requisito para la germinación, y bajo condiciones normales, el agua tomada del suelo húmedo depende de las propiedades del agua, de la semilla y el suelo (Hegarty 1978, Koller y Hadas 1982).

El agua entra a la semilla debido a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el suelo y es controlado por la conductividad del agua en el suelo (Hegarty 1978, Koller y Hadas 1982, Benech – Arnold y Sánchez 2004, Garcia Breijo et al. 2006, Herrera et al. 2006).

Según Benech – Arnold y Sánchez (2004), la absorción de agua por las semillas se caracteriza por tres fases. La fase inicial es la captación de agua, la fase de imbibición, y es dependiente del contacto suelo-semilla, la composición de la semilla, y la geometría de la cubierta de la semilla y sus propiedades. La segunda fase, la fase de transición, se caracteriza por una baja tasa de absorción de agua casi insignificante. La tercera fase, la fase de crecimiento, se caracteriza por un rápido incremento exponencial de la tasa de absorción de agua, acompañada por la aparición de la radícula.

La segunda fase, también conocida como fase de pausa, el contenido de humedad de la semilla, la tasa de respiración y la morfología permanecen sin cambios. Sin embargo una variedad de procesos metabólicos son activados, habiendo diferencias según el nivel de hidratación de las semillas. Durante esta



fase cualquier condición ambiental adversa puede dar lugar al secado de las semillas, y por lo tanto un estrés hídrico puede perjudicar, retardar y hasta inhibir la germinación. De acuerdo a Bradford, citado por Benech – Arnold y Sánchez (2004), la fase de transición puede ser considerada como la germinación ya que su duración influye en el tiempo de inicio y en el grado de crecimiento de la radícula.

En general se acepta que para germinar, una semilla debe llegar a un contenido mínimo de agua conocido como el nivel de hidratación crítica, definida como la mínima cantidad de agua tomada por una semilla que va a inducir la germinación. El potencial hídrico crítico se define como el potencial externo por debajo del cual las semillas no pueden alcanzar el nivel de hidratación crítica. Semillas completamente embebidas pueden germinar y empezar a crecer, incluso cuando el potencial hídrico del suelo está muy por debajo del valor crítico (Mc Donough, Braford, citados por Benech – Arnold y Sánchez, 2004).

Si bien el agua es requerida para la rehidratación de la semilla, un exceso de la misma puede ser contraproducente a la germinación, al reducir la cantidad de oxígeno para el embrión (García Breijo et al. 2006, Herrera et al. 2006).

### **Temperatura**

La temperatura es un factor decisivo en el proceso germinativo, interfiriendo con la disponibilidad de oxígeno para el embrión, a la vez influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla luego de la rehidratación. Conforme se incrementa la temperatura aumenta la intensidad de las reacciones metabólicas y a la vez disminuye la solubilidad del oxígeno en el agua de imbibición, lo que reduce la cantidad de oxígeno disponible para el embrión. Si bien la temperatura aumenta la velocidad de imbibición de la semilla, no afecta la tasa final de absorción (García Breijo et al. 2006, Herrera et al. 2006).

Las diversas fases que comprende el complejo proceso de germinación de las semillas son afectadas individualmente por la temperatura. La temperatura afecta tanto a las propiedades del suelo con respecto al agua y la actividad biológica de la semilla. La temperatura del suelo presenta gran variación tanto diaria como estacional, y es dependiente de la humedad, estructura y color del suelo, además del aspecto del sitio y la latitud del mismo (Marshall et al., Van Wijk, citados por Benech – Arnold y Sánchez, 2004).

Según Herrera et al. (2006), la influencia de la temperatura sobre la germinación de las semillas presentan una relación estrecha con el centro de origen de la especie. Los requerimientos de temperatura son especialmente importantes para la ruptura de los procesos de latencia; las semillas de climas templados requieren de temperaturas frías por periodos prolongados para iniciar la germinación, mientras que las semillas tropicales es común la necesidad de altas temperaturas para interrumpir el reposo.

Benech – Arnold y Sánchez (2004), Sierra Posada (2005), García Breijo et al. (2006), Herrera et al. (2006), coinciden en que existe una temperatura óptima, una máxima y una mínima para la germinación. Estos afirman que la temperatura óptima es la más adecuada para conseguir el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo posible. La temperatura máxima es aquella que por encima de la cual se anula el proceso de germinación, mientras que la mínima sería aquella por debajo de la cual la germinación no se produce.

### **Gases**

La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de oxígeno y dióxido de carbono. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener su energía metabólica (García Breijo et al., 2006).

Bajos niveles de oxígeno disponible reducen o impiden la germinación en la mayoría de las especies. El aporte de oxígeno para soportar la actividad metabólica se torna decisivo en etapas muy tempranas de la germinación, indicado por un fuerte aumento de la tasa de respiración de la semilla.

El dióxido de carbono, en concentraciones mayores a la del aire normal tiene un efecto inhibitorio de la germinación.

### **Hormonas**

El ácido abscísico (ABA) regula los eventos claves durante la formación de las semillas, tales como almacenamiento de reservas, prevención de germinación precoz, adquisición de tolerancia a la desecación e inducción a la dormancia primaria (Finkelstein y Rock 2002, Feurtado y Kermode, citados por Bradford y Nonogaki 2007).

Los cambios dinámicos en la biosíntesis de ABA y el catabolismo de la hormona de señalización provocan cambios que afectan la expresión de los genes, y así regulan puntos de control crítico durante el ciclo de vida de la planta, incluyendo la transición de dormancia a germinación y de germinación a crecimiento (Nambara y Marion-Poll, 2005).

El rol de regulador que cumple al ABA, es en parte compartido a través de interacciones con otras hormonas, por mecanismos que siguen siendo ampliamente desconocidos. La interferencia entre las hormonas, como el ABA, giberalina (GA), etileno, citoquininas y auxinas forman una red entramada, donde los principales factores de regulación se convierten en nodos o centros bajo control combinatorios (Feurtado y Kermode, citados por Bradford y Nonoganki, 2007).

Generalmente el contenido de ácido abscísico en la semilla es bajo en las primeras etapas de desarrollo, y luego comienza a aumentar, alcanzando el máximo en la mitad de la maduración. Los niveles de ABA decrecen durante el desarrollo tardío, particularmente durante la fase que va desde maduración hasta secado (Bewley y Black, Kermode, Meinke, Bewley, citados por Bradford y Nonoganki, 2007).

### **Nitrato de potasio**

Los nitratos son el mayor componente inorgánico del suelo estimulando la germinación de semillas y son numerosas las especies tanto mono como dicotiledoneas en las que se ha comprobado este efecto (Bouwmeester y Karssen, citados por Bewley y Black, 1982).

Según Espeby (1989) la concentración es normalmente mayor en la superficie del suelo y al comienzo de las estaciones de mayores crecimientos.

Aunque los mecanismos a través de los cuales el nitrato estimula la germinación son desconocidos, se han hipotetizado que actuarían en las membranas celulares o células transportistas (Hilhorst y Karssen, 1992).

Vincent y Roberts, citados por Baskin y Baskin (2001) mencionan que en muchas especies de malezas se ha demostrado una fuerte interacción entre nitratos y la luz en la germinación, mientras que Sharma y Amritphale, citados por Baskin y Baskin (2001) sostienen que tratamientos con KNO<sub>3</sub> incrementan su germinación solamente con luz, pero no en la oscuridad.

Steinbauer y Grigsby, citados por Espeby (1989), estudiando los requerimientos para la germinación en 85 especies de malezas, encontraron que la mitad de estas especies mostraron una respuesta positiva al nitrato.

Nitrato de potasio es el químico más utilizado para promover la germinación. Soluciones de 0,1 a 0,2 % de  $KNO_3$  son comunes en experimentos de germinación de varias especies. Muchas semillas que son sensibles al  $KNO_3$ , son también sensibles a la luz (Copeland y McDonald, 2001).

Según Adkins et al., Hilton, citados por Copeland y McDonald (2001), hay otros estudios que muestran que el  $KNO_3$  afecta al sistema respiratorio de la planta directamente y esto es más pronunciado en la luz que en la oscuridad. Todos estos experimentos realizados demuestran que el verdadero rol del  $KNO_3$  en la estimulación de la germinación de la semilla queda por determinarse.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de tesis consistió en la instalación de 3 experimentos, con distintos objetivos específicos tal como se detalla a continuación.

Para todos los experimentos la semilla utilizada fue procedente de un establecimiento cercano a la ciudad de Artigas, próximo a la desembocadura del Arroyo Tamandúá con el Río Cuareim (latitud 30° 24'11''S; longitud 56° 31'29''W). El 24 de marzo del 2009 se colectaron panojas, las que fueron trilladas en el laboratorio de Malezas de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni y almacenadas en recipientes en condiciones sin humedad y baja temperatura.

Los experimentos fueron conducidos en el laboratorio de Malezas de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni bajo condiciones controladas en cámara de crecimiento a 25 °C y régimen de 12 horas luz/ 12 horas oscuridad.

En todos los casos las semillas fueron sometidas a un tratamiento de desinfección, sumergiéndolas en una solución con hipoclorito de sodio al 2 % durante 5 minutos.

#### 3.1 EXPERIMENTO 1

Este experimento tuvo por objetivos evaluar la presencia de dormancia en semillas de *E. plana* así como los efectos de distintos tratamientos para levantar dormancia.

##### Instalación

La fecha de inicio del experimento fue el 20 de agosto del 2009, el mismo constó de 4 tratamientos con 5 repeticiones cada uno. La parcela experimental estuvo constituida por la caja de petri con papel Whatman número 1 esterilizado en autoclave, en la cual se colocaron 50 semillas. El experimento tuvo una duración de 14 días.

## Tratamientos y diseño experimental

T1: Sin pre-tratamiento y regado con agua.

T2: Semillas expuestas durante 5 días a 5 °C y regadas con H<sub>2</sub>O desionizada.

T3: Semillas expuestas durante 5 días a 5 °C y regadas con KNO<sub>3</sub>.

T4: Sin pre-tratamiento y regado con KNO<sub>3</sub>.

El diseño experimental utilizado correspondió a un diseño de parcelas al azar en bloques, considerando cada estante como un bloque, ya que podrían haber diferencias en las condiciones debido a que el ingreso de aire para mantener la temperatura ingresaba de arriba hacia abajo.

El modelo utilizado en el análisis fue de medidas repetidas en el tiempo, donde los factores estudiados fueron los tratamientos, las fechas de medición y la interacción entre ambos factores.

## Determinaciones

Se determinó el total de semillas germinadas por placa cada 2 días, realizando recuentos de semillas 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 días post – instalado el experimento (dpi). Se consideraba como semilla germinada cuando la radícula se hacía visible, eliminando del sustrato las semillas germinadas.

Con los resultados obtenidos se calculó el % de germinación por fecha, germinaciones acumuladas y el índice de velocidad de germinación (IVG) propuesto por Maguire según la fórmula a continuación:

$$IVG = \sum G_n - G_{(n-1)} \cdot n^{-1}$$

donde  $G_n$  es el porcentaje de germinación al día  $n$ , y  $G_{(n-1)}$  es el porcentaje de germinación del último conteo.

## 3.2 EXPERIMENTO 2

Este experimento tuvo por objetivo evaluar el efecto de distintos niveles de potencial hídrico sobre la germinación.

### Instalación.

La fecha de inicio del experimento fue el 10 de setiembre de 2009 y se extendió por 12 días. El mismo constó de 5 tratamientos con 5 repeticiones.

La parcela experimental estuvo constituida por la placa de petri con 50 semillas, realizando los mismos tratamientos de esterilización que el experimento 1. Las semillas no recibieron pre-tratamiento y fueron regadas sólo con agua desionizada, en consideración de los resultados del Experimento 1.

### Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos consistieron en el riego de soluciones con distintas concentraciones de manitol con las que se simulaban distintos niveles de potencial hídrico, tal como se describe a continuación.

T0: Agua pura. 0 bares.

T1: 2,192g de manitol en 100cc de agua desionizada. -3 bares

T2: 4,384g de manitol en 100cc de agua desionizada. -6 bares

T3: 6,576g de manitol en 100cc de agua desionizada. -9 bares

T4: 8,768g de manitol en 100cc de agua desionizada. -12 bares

El manitol es utilizado para simular diferentes niveles de potencial hídrico y actúa absorbiendo las partículas de agua del sustrato. A medida que la concentración de la misma fue aumentando el déficit hídrico fue acrecentando. Para definir los niveles de manitol a utilizar para lograr esos potenciales osmóticos se tomó como referencia un trabajo realizado en Chile por Carlos Maldonado en el año 2002.

Todas las parcelas fueron regadas con 10 ml de solución.

El diseño experimental utilizado correspondió a un diseño de parcelas al azar en bloques, considerando cada estante como un bloque

El modelo utilizado en el análisis fue de medidas repetidas en el tiempo, donde los factores estudiados fueron los tratamientos, las fechas de medición y la interacción entre ambos factores.

### Determinaciones

Las determinaciones consistieron en la determinación del total de semillas germinadas por placa a intervalos de 2 días, eliminando las semillas germinadas. Se utilizó el mismo criterio de germinación que el experimento 1.

Con los resultados obtenidos se calculó % de germinación por fecha, germinaciones acumuladas y el índice de velocidad de germinación (IVG) como se detallara en el Experimento 1.

### 3.3 EXPERIMENTO 3

Este experimento tuvo por objetivos evaluar el efecto de la profundidad de entierro de la semilla en la implantación de *E. plana*.

### Instalación

El experimento fue instalado el 8 de setiembre y se extendió hasta el 24 de setiembre del 2009. Se incluyeron 6 tratamientos, cada uno con 6 repeticiones y las unidades experimentales fueron las macetas en las que las semillas, en número de 10, fueron colocadas a distintas profundidades por debajo de la superficie.

### Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Siembra a 0,1 cm

T2: Siembra a 0,5 cm

T3: Siembra a 1 cm



T4: Siembra a 2 cm

T5: Siembra a 4 cm

T6: Siembra a 8 cm

El diseño experimental utilizado correspondió a un diseño de parcelas al azar en bloques, considerando cada estante como un bloque.

El modelo utilizado en el análisis fue de medidas repetidas en el tiempo, donde los factores estudiados fueron los tratamientos, las fechas de medición y la interacción entre ambos factores.

### Determinaciones

Se determinó el total de semillas implantadas por maceta cada dos días extendiéndose hasta 16 días post – instalación (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 dpi) y se calcularon los porcentajes de implantación y las tasas de implantación.

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables medidas fueron estudiadas mediante análisis de varianza y contrastes ajustados por Tukey.

El modelo utilizado en el análisis fue de medidas repetidas en el tiempo, donde los factores estudiados fueron los tratamientos, las fechas de medición de germinación y la interacción entre ambos factores.

En este modelo la estructura de autocorrelación temporal de mejor ajuste fue la autorregresiva de primer orden (AR1), y fue la utilizada en el análisis.

El comportamiento de los residuos del modelo fue estudiado mediante test de normalidad y homogeneidad de varianzas, no encontrándose elementos de dispersión significativos.

Los análisis fueron realizados mediante SAS 9.0.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan y discuten por separado los resultados de los tres experimentos que compusieron el presente trabajo de tesis.

##### 4.1 EXPERIMENTO 1

Los resultados correspondientes a las dos variables estudiadas en este experimento, porcentaje de germinación e IVG, se detallan a seguir:

##### **-porcentaje de germinación**

El análisis estadístico para los resultados de esta variable detectó efectos significativo de tratamientos ( $P= 0,03$ ) y efectos muy significativos tanto para la fecha de evaluación como para la interacción de tratamientos y fecha de evaluación.

Tal como puede observarse en el cuadro siguiente (Cuadro No. 1) los tratamientos mostraron valores similares, alcanzando prácticamente el máximo de germinación, a partir del sexto día de instalado el ensayo en la cámara de germinación,

Cuadro No. 1. Germinación acumulada (%) para los 4 tratamientos en todas las fechas de evaluación.

Tratamiento	2DPI	4DPI	6DPI	8DPI	10 DPI	12 DPI	14 DPI
T 1	58 A	89,6 A	89,6 A	89,6 A	89,6 A	89,6 A	89,6 A
T 2	54,4 A	88 A	88,8 A	88,8 A	88,8 A	88,8 A	88,8 A
T 3	1,2 B	42,4 B	78,4 A	82,8 A	82,8 A	83,6 A	83,6 A
T 4	12 B	68,8 AB	78,4 A	86 A	86,8 A	87,2 A	87,2 A

T1: s/pre-tratamiento, agua; T2: c/pretratamiento de frío, agua; T3: c/pre-tratamiento de frío, KNO<sub>3</sub>; T4: s/pre-tratamiento, KNO<sub>3</sub>.

En los tratamientos con sólo agua, independientemente del pre-tratamiento con frío, se determinaron valores de germinación por encima del 50% muy rápidamente, con sólo 48 horas.

Los tratamientos que recibieran KNO<sub>3</sub> mostraron porcentajes de germinación significativamente más bajos y sin diferencias, independientemente del pre-tratamiento.

Sin embargo es importante destacar que a partir de la tercera evaluación (6 dpi en adelante) ya no se aprecian diferencias, observándose en los tratamientos con KNO<sub>3</sub> similares porcentajes de germinación a los sin KNO<sub>3</sub>. Por lo tanto se trataría sólo de un efecto de enlentecimiento en el proceso germinativo.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Medeiros y Silveira (2006) quienes comprobaron incrementos en la germinación con el agregado de KNO<sub>3</sub> y concluyeron que las semillas de esta especie requieren de KNO<sub>3</sub> para superar la dormancia y expresar en plenitud su potencial germinativo.

La principal explicación para esta diferencia tiene que ver, a nuestro juicio, con la concentración de KNO<sub>3</sub> utilizada. En el presente trabajo y fruto de un error, la concentración utilizada resultó del 2%.

El nitrato de potasio es el químico más utilizado para interrumpir dormancias y promover la germinación. Soluciones de 0,1 a 0,2 % KNO<sub>3</sub> son usadas comúnmente en pruebas de germinación, y son recomendadas por la Asociación Oficial de Análisis de Semillas y la Asociación Internacional de Prueba de Semillas para pruebas de germinación en diferentes especies. Concentraciones por encima de 0,5 – 1 % han demostrado efectos de inhibición en varios trabajos (Copeland y McDonald 1995, Basra 2006).

También Espeby (1989), en su revisión al respecto, sostiene que las concentraciones a las que se han observado efectos de quiebre de dormancia y promoción de germinaciones, aún variando entre especie, resultan menores al 2% en prácticamente todos los estudios.

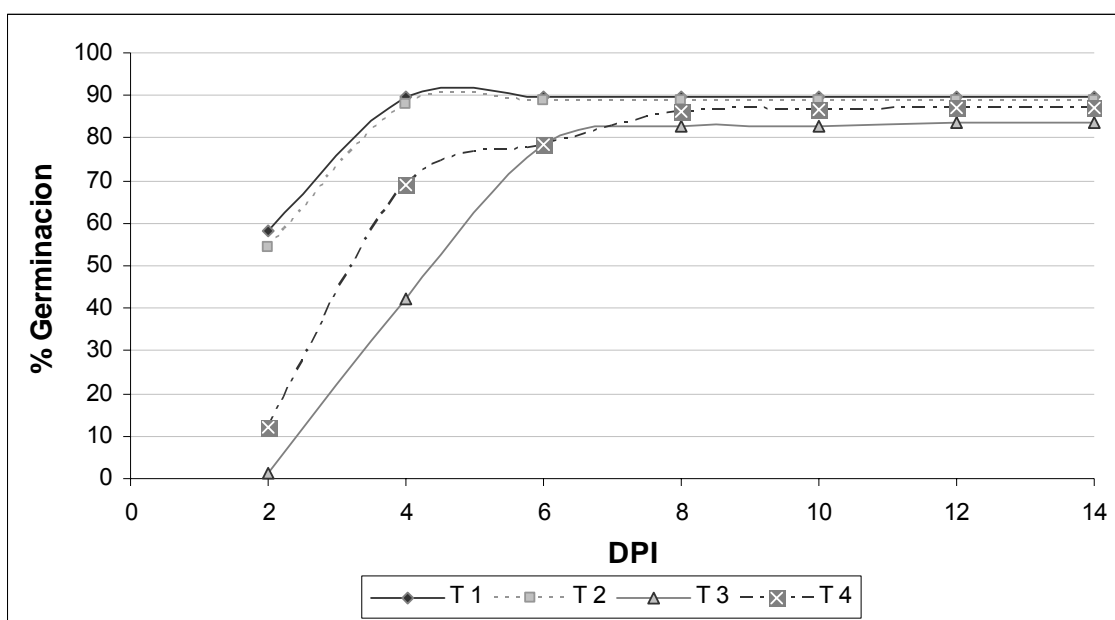
Por tal razón no llamaría la atención el no haber obtenido respuestas a la aplicación de KNO<sub>3</sub> e inclusive que se hayan obtenido respuestas inicialmente negativas.

Los resultados de la evaluación a los 4 días y tal como se observa en el cuadro, muestran menores diferencias entre tratamientos aún cuando se mantiene la tendencia a menores germinaciones en los tratamientos con KNO<sub>3</sub> por lo que se puede afirmar que continúa observándose en esta fecha, el efecto de enlentecimiento inicial de la germinación por el agregado de KNO<sub>3</sub>.

El T4 aparece con un comportamiento intermedio no mostrando diferencias con los tratamientos que presentaron las mayores germinaciones (T1 y T2) ni tampoco con el T3 que fuera el tratamiento que alcanzara el menor valor de germinación en esta fecha de evaluación.

A partir de los 6 días, como ya se mencionara, los porcentajes de germinación pasan a ser similares en todos los tratamientos sin mostrar diferencias significativas.

Graficando estos datos se ve claramente que prácticamente no existen variaciones en la germinación acumulada de los distintos tratamientos a partir de esta fecha y que las germinación se completa más tempranamente en los tratamientos T1 y T2 (a los 4 y 6 dpi respectivamente) que en los T3 y T4 (ambos a los 12 dpi).



T1: Sin pre-tratamiento y regado con agua; T2: Semillas expuestas durante 5 días a 5 °C y regadas con H<sub>2</sub>O desionizada; T3: Semillas expuestas durante 5 días a 5 °C y regadas con KNO<sub>3</sub>; T4: Sin pre-tratamiento y regado con KNO<sub>3</sub>.

Figura No. 1. Germinación acumulada (%) según días post implantación del experimento.

### -índice de velocidad de germinación (IVG)

Al igual que para la variable anterior el ANAVA detectó efectos significativos para tratamiento ( $P=0,04$ ) y muy significativos tanto para fecha de evaluación como para la interacción fecha x tratamiento (Cuadro No. 2).

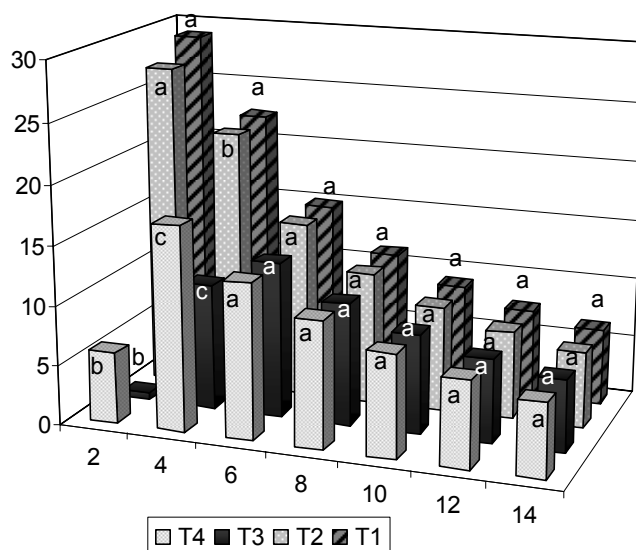
Cuadro No. 2. Velocidad de germinación acumulada (IVG) a los 2, 4, 6, 8, 10, 12, y 14 dpi.

Tratamiento	2DPI		4DPI		6DPI		8DPI		10DPI		12DPI		14DPI	
T1	29	A	51,4	A	66,3	A	77,5	A	86,5	A	93,9	A	100	A
T2	27,2	A	49,2	A	64	A	75,1	A	84	A	91,3	A	97,7	A
T3	0,6	B	11,2	B	24,3	B	34,6	B	43	B	50	B	55,9	B
T4	6	B	23,2	B	36,3	B	47	B	55,7	B	63	B	69,2	B

T1: s/pre-tratamiento, agua; T2: c/pre-tratamiento de frío, agua; T3: c/pre-tratamiento de frío, KNO<sub>3</sub>; T4: s/pre-tratamiento, KNO<sub>3</sub>.

Como puede apreciarse las diferencias en la velocidad de germinación acumulada en las distintas fechas mostró mayores diferencias que las observadas a nivel de los porcentajes de germinación acumulada. Aún cuando el total germinado en los 4 tratamientos estudiados se igualó tempranamente (6 dpi) y se mantuvo sin diferencias hasta el final del experimento, la velocidad de germinación acumulada mostró diferencias hasta la última fecha de evaluación, indicando efectos marcados de los tratamientos en el proceso germinativo.

En la Figura No. 2, a continuación, en la que se grafican las velocidades de germinación para los distintos periodos (0-2 dpi, 2-4 dpi, etc.) puede observarse que la diferencia sustancial en el proceso germinativo tiene relación con las bajas tasas de germinación inicial determinadas por la adición del KNO<sub>3</sub> a la concentración utilizada



T1: Sin pre-tratamiento y regado con agua; T2: Semillas expuestas durant 5 días a 5 °C y regadas con H2O deshionizada; T3: Semillas expuestas durante 5 días a 5 °C y regadas con KNO3; T4: Sin pre-tratamiento y regado con KNO3.

Figura No. 2: Tasa de germinación (% de semillas germinadas/día) hasta los 2, 4, 6, 8 10,12 y 14 dpi experimento.

Cabe destacar el similar comportamiento de los tratamientos con sólo agua y con y sin enfriado previo indicando una vez más, al igual que se observara a nivel de los porcentajes de germinación, el cero efecto de este pre-tratamiento en las características germinativas de *Eragrostis .plana*.

#### 4.2 EXPERIMENTO 2

En este experimento que tuvo como objetivo estudiar el efecto del potencial hídrico en el comportamiento germinativo de semillas de *E.plana* también se estudiaron las variables porcentaje de germinación e IVG.

##### **-porcentaje de germinación**

El procesamiento estadístico de esta variable permitió comprobar efectos muy significativos tanto para los tratamientos como para la fecha de evaluación de los tratamientos y para la interacción entre estos dos factores.

El efecto de los tratamientos resultó muy marcado, observándose importantes diferencias en la germinación de la especie entre tratamientos y fundamentalmente en las primeras evaluaciones (Cuadro No. 3).

Cuadro No. 3: Germinación acumulada (%) para los 5 tratamientos en todas las fechas de evaluación.

Tratamiento	2DPI		4DPI		6		8DPI		10DPI		12DPI		14DPI	
T 0	68,16	A	94	A	95,2	A	95,2	A	95,2	A	95,2	A	95,2	A
T 1	28,8	B	76,4	B	81,6	AB	82	AB	82	AB	82	AB	82	AB
T 2	8,4	C	63,2	BC	69,2	BC	70	BC	70	BC	70	BC	70	BC
T 3	0	C	46,8	C	56,8	C	58,8	C	60	C	60,4	C	60,4	C
T 4	0	C	14,8	D	28	D	30	D	31,2	D	31,2	D	31,2	D

T0: 0 bares; T1: -3 bares; T2: -6 bares; T3: -9 bares; T4: -12 bares

Los resultados obtenidos en el tratamiento sin restricción hídrica (T0) para las evaluaciones a los 2 y 4 dpi muestran consistencia con los resultados del experimento anterior en relación a la capacidad germinativa de la especie en condiciones de buena disponibilidad hídrica, resultando los porcentajes de germinación similares a los obtenidos en el Experimento 1 (58% y 90%; 68 y 94%).

Transcurridos 4 días del inicio del experimento se alcanzaron una vez más porcentajes de germinación por encima del 90% y muy escasa variación a partir de esa fecha.

Tal como puede observarse en el Cuadro No. 3, a partir del sexto día los tratamientos muestran el mismo comportamiento comparativo.

El tratamiento sin restricción hídrica se comportó igual al T1 (-3 bares) pudiendo afirmarse que la capacidad germinativa de las semillas de *E. plana* no se ve afectada con potenciales hídricos iguales o menores a éste cuando se considera el total germinado a los 6 o más días.

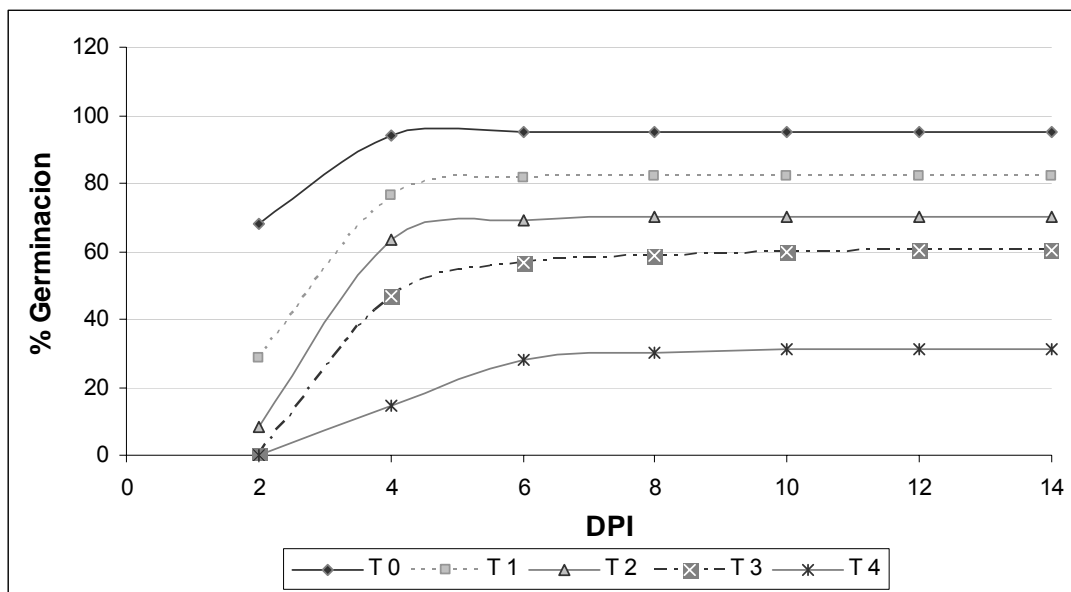
El T2 (-6 bares) mostró porcentajes de germinación menores al tratamiento sin restricción aunque no se diferenció del T1 con - 3 bares. El tratamiento 3 de -9 bares también difiere del T0 y aquel con la menor restricción (T1), aunque alcanza germinaciones similares al T2. Por último el tratamiento (T4) perjudicó notoriamente la germinación de la especie alcanzándose apenas el 30% de germinación.

Importa comentar que si bien el efecto detrimental del estrés hídrico resultó muy importante, disminuyendo la germinación en un 67%, un 31,2 % de germinación en la situación de estrés de -12 bares resulta muy destacable.

Müller–Starck y Schubert (2001) estudiando el efecto de igual rango de variación de potenciales osmóticos en 12 accesiones de una especie arbórea adaptada a regiones de clima árido también comprobaron una relación estrecha e inversa del potencial osmótico tanto con la capacidad germinativa como con la velocidad de germinación. Sin embargo, en este trabajo sólo 5 de las accesiones germinaron con -6 bares y ninguna germinó a -12 bares.

De acuerdo con Zalazar et al. (2009) semillas con alto umbral de tolerancia al estrés hídrico, como por ejemplo *Prosopis flexuosa* y *P. chilensis* logran germinaciones a -14 bares, especies con tolerancia intermedia logran hacerlo a -8 bares mientras que las especies con baja tolerancia lo hacen por encima de -2 bares

Expresando gráficamente estos resultados se visualiza el mayor impacto de las diferencias en la disponibilidad hídrica en el inicio de la germinación (Figura No. 3).



T0: 0 bares; T1: -3 bares; T2: -6 bares; T3: -9 bares; T4: -12 bares

Figura No. 3: Porcentajes de germinación según días post implantación del Experimento 1.



Como se observa en la Figura No. 3, el T1 que termina no afectando la capacidad germinativa final de estas semillas determinó una reducción mayor al 50% en la primera evaluación a los 2 dpi. Iguales tendencias se observan para los restantes tratamientos. Esto podría ser interpretado como que para las situaciones de deficiencias intermedias el efecto mas claro del estrés hídrico tuvo que ver con un retraso más que con un efecto en la capacidad germinativa final de esta especie.

### -índice de velocidad de germinación (IVG)

También en este experimento se detectaron efectos significativos para tratamientos, fecha de evaluación e interacción fecha x tratamiento (Cuadro No. 4 y Figura No. 4).

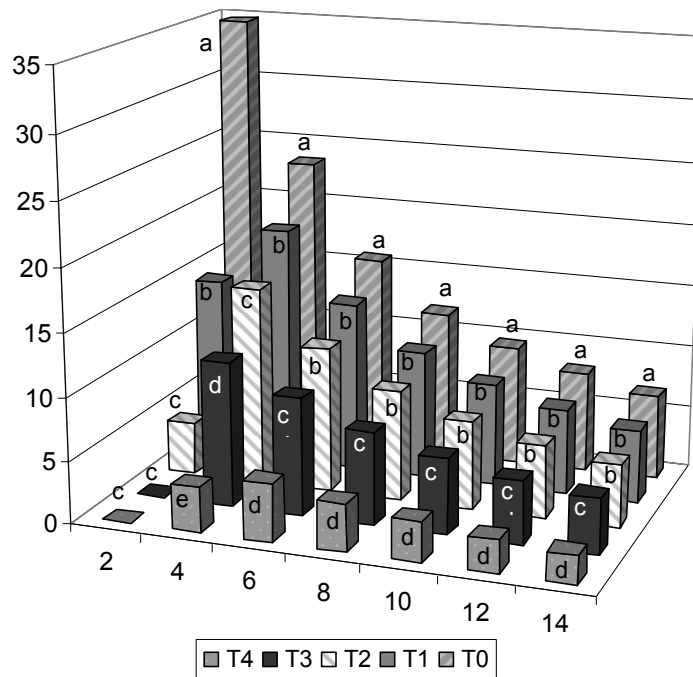
Al igual que se encontrara en el experimento anterior, a nivel del IVG se observó una mayor diferenciación entre los tratamientos mostrándose como una característica más sensible que los totales germinados.

Cuadro No. 4 Velocidad de germinación acumulada (IVG) a los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 dpi.

Tratamiento	2DPI		4DPI		6DPI		8DPI		10DPI		12DPI		14DPI	
<b>T0</b>	34,8	A	58,2	A	74,2	A	86	A	95,6	A	103,4	A	110,2	A
<b>T1</b>	14,4	A	33,4	B	47	B	57,4	B	65,6	B	72,4	B	78,2	B
<b>T2</b>	4,2	A	20	C	31,6	C	40,2	C	47,2	C	53,2	C	58,2	C
<b>T3</b>	0	B	11,6	D	21,2	D	28,6	D	34,6	D	39,6	D	43,8	D
<b>T4</b>	0	C	3,6	E	8,4	E	12,2	E	15,2	E	17,8	E	20	E

T0: 0 bares; T1: -3 bares; T2: -6 bares; T3: -9 bares; T4: -12 bares

La mayor diferenciación en las tasas germinativas ocurrió inicialmente siendo ésta, la principal responsable de las variaciones en los acumulados (Figura No. 4).



T0: 0 bares; T1: -3 bares; T2: -6 bares; T3: -9 bares; T4: -12 bares

Figura No. 4. Tasa de germinación (% de semillas germinadas por día) hasta los 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 dpi.

Como resultado de los efectos en la tasa de germinación, la dinámica del proceso germinativo se modificó por efecto del estrés hídrico. Sin restricciones ocurre el flujo mayoritario inicialmente y en la medida en que el estrés se intensificó las máximas tasas fueron ocurriendo más diferidas en el tiempo.

### 4.3 EXPERIMENTO 3

Este experimento tuvo como objetivo estudiar la capacidad de implantación de Capim a partir de semillas enterradas a diferentes profundidades. Las variables estudiadas fueron % de implantación y tasas de implantación.

### -porcentaje de implantación

El ANAVA detectó efectos muy significativos de tratamientos, fechas de evaluación y de la interacción de éstos últimos a nivel de los porcentajes de implantación.

Tal como puede observarse en el Cuadro No. 5 a continuación, no se observó efecto de tratamientos inicialmente. A los 2 dpi no se registró implantación en ninguno de los tratamientos y los registros a los 4 dpi resultaron similares estadísticamente.

Cuadro No. 5. Emergencias acumuladas (%) para los 6 tratamientos en todas las fechas de evaluación.

Tratamiento	2DPI	4DPI	6DPI	8DPI	10DPI	12DPI	14DPI	16DPI
T1	0	0 A	1,66 B	1,66 B	1,66 B	1,66 B	1,66 B	1,66 B
T2	0	4 A	20 AB	26 A	28 A	30 A	30 A	30 A
T3	0	3,33 A	26,6 A	28,3 A	31,7 A	31,7 A	31,7 A	31,7 A
T4	0	10 A	23,3 A	30 A	30 A	30 A	31,67 A	31,67 A
T5	0	8,33 A	36,7 A	40 A	40 A	40 A	40 A	40 A
T6	0	0 A	1,66 B	1,66 B	1,66 B	1,66 B	1,66 B	1,66 B

T1: Siembra a 0,1 cm; T2: Siembra a 0,5 cm; T3: Siembra a 1 cm; T4: Siembra a 2 cm;  
T5: Siembra a 4 cm; T6: Siembra a 8 cm

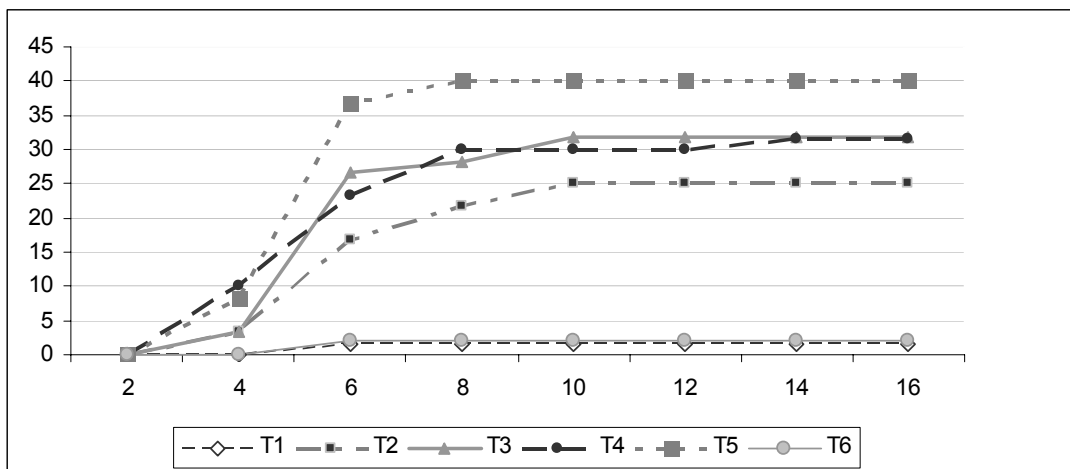
En relación a este último resultado caben algunos comentarios. En primer lugar, aún cuando el ANAVA no distingue efectos, el total de emergencias en el tratamiento de menor profundidad T1 y el de la mayor profundidad T6 fue cero.

Las emergencias en estos tratamientos fueron mínimas, prácticamente no existió implantación. El comportamiento del T6 no llama la atención, considerando el pequeño tamaño de la semilla de esta maleza puede comprenderse que no existieran emergencias desde profundidades como la de 8 cm.

En cuanto al T1 cabe mencionar que las semillas, prácticamente en superficie estuvieron expuestas a frecuentes condiciones de desecación. Si bien se regaba asiduamente la superficie de las macetas bajo la luz de la cámara donde se condujeron los experimentos se secaba en forma importante. Creemos que esto sería la explicación principal para los resultados de este tratamiento y es probable que en condiciones de campo, en pleno verano, suceda algo similar.

A los 6 dpi los tratamientos T3, T4 y T5 se diferencian claramente de los tratamientos con menores emergencias (T1 y T6) y se alcanzaron valores de emergencias superiores al 20%.

A partir de esta fecha y hasta la última fecha evaluada (16 dpi) el comportamiento comparativo de los tratamientos se mantuvo, distinguiéndose únicamente 2 grupos tal como puede apreciarse en la Figura No. 5 el T1 y el T6 con implantaciones mínimas y los tratamientos restantes con mayores valores en el entorno de 30 a 40%.



T1: Siembra a 0,1 cm; T2: Siembra a 0,5 cm; T3: Siembra a 1 cm; T4: Siembra a 2 cm;  
T5: Siembra a 4 cm; T6: Siembra a 8 cm

Figura No. 5: Porcentajes de implantación según días post-instalación en el Experimento 3.

En resumen, la implantación de Capim fue estadísticamente similar desde 0,5, 1, 2 y 4 cms de profundidad. A nivel de los promedios absolutos merece destacarse la tendencia al incremento en las implantaciones cuanto mas profunda fue la ubicación de la semilla en el perfil, la que se mantuvo a lo largo de las evaluaciones.

También resulta destacable la diferencia en los valores de emergencia obtenidos en este experimento en comparación con los correspondientes a la germinación determinados en los experimentos anteriores. Los totales de emergencia alcanzados representaron aproximadamente el 50% o algo menos de los valores de germinación.

Si bien no se esperaban valores totalmente similares puesto que en un caso se estimó porcentaje de germinación en placas y en este experimento lo que estimaba eran las emergencias logradas en tierra, la diferencia resultó mayor a la esperada y planteó la inquietud sobre continuar estudios que permitan evaluar porcentajes de implantación y factores que lo afectan.

#### - tasas de implantación

No existieron diferencias iniciales, hasta los 6 dpi en esta variable y a partir de los 6 dpi los mínimos valores se determinaron en el T1 y el T6 y los mayores, sin diferencias entre ellos, en los tratamientos T2, T3 T4 y T5.

Cuadro No. 6. Tasa de implantación para los 6 tratamientos en todas las fechas de evaluación.

	4DPI		6DPI		8DPI		10DPI		12DPI		14DPI		16DPI	
T1	0	A	0,28	B	0,21	B	0,17	B	0,14	B	0,12	B	0,11	B
T2	1,1	A	3,67	A	3,24	A	2,78	A	2,51	A	2,15	A	1,88	A
T3	0,83	A	4,45	A	3,54	A	3,17	A	2,64	A	2,26	A	1,98	A
T4	2,5	A	3,89	A	3,7	A	3	A	2,5	A	2,26	A	1,98	A
T5	2,08	A	6,11	A	5	A	4	A	3,47	A	2,98	A	2,61	A
T6	0	A	0,28	B	0,21	B	0,17	B	0,14	B	0,12	B	0,11	B

T1: Siembra a 0,1 cm; T2: Siembra a 0,5 cm; T3: Siembra a 1 cm; T4: Siembra a 2 cm;  
T5: Siembra a 4 cm; T6: Siembra a 8 cm

Al igual que se comentara para las emergencias pese a no encontrarse diferencias entre los tratamientos T2,T3 T4 y T5 parece existir una tendencia a mayores tasas en los tratamientos con semilla a mayor profundidad hasta los 4 cm.

## 5. CONCLUSIONES

### Experimento 1

- Las semillas de *E. plana* alcanzaron niveles de germinación cercanos al 90% a los 4 días de instalado el experimento por lo que se interpretó que presentaban muy baja o ninguna dormancia.
- No se observó respuesta al pre-tratamiento con frío en la capacidad germinativa de la especie.
- El KNO<sub>3</sub> a la concentración de 2 % determinó un enlentecimiento en el proceso germinativo aunque no afectó los porcentajes de germinación finales.

### Experimento 2

- El incremento del potencial osmótico afectó negativamente la capacidad germinativa resultando los % de germinación a los 14 días de 95, 82, 70, 60 y 31 en las soluciones de 0, -3, -6, -9 y -12 bares respectivamente.

### Experimento 3

- Los máximos porcentajes de implantación alcanzados fueron del 40%. La implantación fue mínima a 0,1 cm y a 8 cm. Las implantaciones a los 0.5, 1, 2 y 4 cm variaron entre 30 y 40% sin mostrar diferencias.

A partir de los 3 experimentos concluimos que las semillas de *Eragrostis plana* presentan muy elevada capacidad germinativa en condiciones óptimas, tolerancia a sales, una marcada tolerancia al estrés hídrico y la capacidad de implantarse desde varios centímetros de profundidad en el suelo.

## 6. RESUMEN

*Eragrostis plana* Ness, mas conocida como Capim Annoni 2, es una maleza de creciente importancia y de las mayores amenazas de nuestro país, la cual en los últimos años ha venido aumentando el área invadida considerablemente. Actualmente es considerada como la invasora más agresiva de los campos naturales del sur de Brasil. Su elevada capacidad de diseminación, su habilidad competitiva, su poca aceptación por el ganado, su efecto alelopático, son algunos de los factores responsables por la alta agresividad de dicha invasora y que tienen como principal forma de diseminación vía semillas. Es una especie conocida como devastadora de la productividad del campo natural que reduce la productividad de los campos, comprometiendo así la producción de forraje y por ende la producción animal, pudiendo afectar las exportaciones agropecuarias. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características germinativas de la especie someténdola a diferentes tratamientos previos a la germinación. Consistió en la instalación de 3 experimentos, con distintos objetivos específicos. El primer experimento tuvo por objetivos evaluar la presencia de dormancia en semillas de *E. plana* así como los efectos de distintos tratamientos para levantar dormancia. El objetivo del segundo experimento fue evaluar el efecto de distintos niveles de potencial hídrico sobre la germinación, mientras que el tercer experimento tuvo como finalidad evaluar el efecto de la profundidad de entierro de la semilla en la implantación de *E. plana*. Para los dos primeros experimentos y mediante los resultados obtenidos se calculó % de germinación por fecha, germinaciones acumuladas y el índice de velocidad de germinación (IVG), mientras que para el tercer experimento se determinó % de implantación y tasas de implantación. El modelo utilizado en el análisis fue de medidas repetidas en el tiempo, donde los factores estudiados fueron los tratamientos, las fechas de medición de germinación y la interacción entre ambos factores. Los experimentos fueron conducidos en el laboratorio de Malezas de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni bajo condiciones controladas en cámara de crecimiento a 25 °C y régimen de 12 horas luz/ 12 horas oscuridad. Como resultados de dichos experimentos se observó que las semillas de *E. plana* presentan muy elevada capacidad germinativa en condiciones óptimas, alcanzando un 90% de germinación a los 4 días, mostrando muy baja o nula dormancia. A su vez, presenta tolerancia al estrés hídrico, ya que si bien hubo un efecto negativo del estrés hídrico, las germinaciones logradas en situaciones extremas (-12 bares) resultaron destacables alcanzando un 30% de germinación. En cuanto a la capacidad de implantación a diferentes profundidades, los máximos porcentajes alcanzados fueron del 40%. Los mejores resultados se obtuvieron a los 0.5, 1, 2 y 4 cm de profundidad, logrando % de implantación en el entorno a 30 y 40% sin mostrar diferencias.

Palabras clave: *Eragrostis plana* Nees; Germinación; Dormancia; Potencial Hídrico; Profundidad.



## 7. SUMMARY

*Eragrostis plana* Ness, better known as Capim Annoni 2, is a weed of increasing importance and one of the greatest threats to our country, which in the past years has considerably increased the invaded area. It is currently considered the most aggressive invader of natural areas in southern Brazil. Its high level of dissemination, its competitive ability, its lack of acceptance by the livestock and their allelopathic effects are some of the responsible factors for the invader's high aggressiveness and its main form of dissemination is through seeds. It is known for devastating natural farm productivity which reduces the productivity of the fields, thereby compromising the production of forage and animal production and eventually affecting agricultural exports. The aim of this study was to evaluate the species' germination characteristics under different treatments prior to germination. It consisted of 3 experiments with different targets. The first one aimed to evaluate the presence of dormancy in seeds of *E. plana* and the effects of various treatments to raise dormancy. The objective of the second experiment was to evaluate the effect of different levels of water potential on germination, while the third experiment was designed to assess the effect of burial depth of the seed in the implementation of *E. plana*. For the first two experiments, by means of obtained results, the germination % was calculated by date, as well as cumulative germination and germination rate index (IVG), while for the third experiment % of implantation and implantation rates were determined. The model used in the analysis consisted of repeated measures in time, where the evaluated factors were treatments, germination measurement dates and the interaction between both. The experiments were conducted in the Weeds laboratory of Estación Experimental Mario A. Cassinoni under controlled conditions in growth chamber at 25 ° C and light regime of 12 hours / 12 hours darkness. The results of these experiments showed that *E. plana* seeds have very high germination capacity under optimal conditions, reaching 90% of germination after 4 days, showing very little or no dormancy. Findings also revealed that the weed presents tolerance to water stress, and that although there was a negative effect due to water stress, the germination % achieved in extreme situations (-12 bars) was outstanding reaching 30% of germination. In terms of implementation capacity at different depths, the highest percentages achieved were 40%. The best results were obtained at 0.5, 1, 2 and 4 cm depth, obtaining penetration % around 30 and 40% without differences.

Keywords: *Eragrostis plana* Nees; Germination; Dormancy; Water Potential; Depth.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ASHFIELD, L. 2005. Ecología de *Eragrostis plana* Nees y respuesta a alternativas culturales de manejo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 72 p.
2. BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M 1998. Seeds; ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. San Diego, CA, Academic Press. 668 p.
3. BASRA, A. S. 2006. Handbook of seeds science and technology. New York, Routledge. 795 p.
4. BENECH - ARNOLD, R. L.; SÁNCHEZ, R. A. 2004. Handbook of seed physiology; applications to agriculture. New York, Routledge. 484 p.
5. BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1982. Physiology and biochemistry of seeds. Viability, dormancy and environmental control. Berlin, Springer. v. 2. 375 p.
6. \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. 1994. Seeds; physiology of development and germination. 2<sup>nd</sup>. ed. New York, Springer. 445 p.
7. BLACK, M.; BRADFORD, K. J.; VÁZQUEZ – RAMOS, J. 2000. Seed biology: advances and applications. In: International Workshop on Seeds (6<sup>th</sup>., 2000, Mérida, México). Proceedings. s.l., United Kingdom, CABI. s.p.
8. BOECHAT, S.C.; VALLS, J.F.M. 1986. O genero *Eragrostis* von Wolf (GRAMINEAE; CHLORIDOIDEAE) no Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia. 34:51 – 130.
9. BOGGIANO, P.; ZANONIANI, R.; VAZ, A.; ASHFIELD, L. 2004. Capim Annoni 2 – *Eragrostis plana* Nees. Una maleza que desvaloriza nuestros campos. Revista del Plan Agropecuario. 110: 46-50.
10. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2007. *Eragrostis plana* Nees – Capim Annoni 2. Una maleza que se instaló en nuestros campos. In: Seminario de Actualización Técnica en Control y Manejo de Malezas de Campo Sucio (2007, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 164).

11. BOLDRINI, I.I.; KAMPF, A.N. 1977. Composição botânica dos campos naturais das Estações Experimentais da Secretaria da Agricultura RS – relação ilustrada de gramíneas. Porto Alegre, Anuario Técnico do Instituto de Pesquisa Zootecnica “Francisco Osório”. 4: 233 – 66.
12. BRADFORD, K.J.; NONOGAKI, H. 2007. Seed development, dormancy and germination. *Annual Plants Reviews*. 27: 367.
13. COELHO, R.W. 1983. Capim Annoni 2, uma invasora a ser controlada: informações disponíveis. *In*: Jornada Técnica de Bovinocultura de Corte em Rio Grande do Sul (2ª, 1983, Porto Alegre). Anais. Porto Alegre, s.e. pp. 51-75.
14. \_\_\_\_\_. 1985. Utilização de herbicidas no controle de capim Annoni 2. EMBRAPA UEPAE. Boletim de Pesquisa 03/85. 23 p.
15. \_\_\_\_\_. 1986. Substâncias fitotóxicas presentes no Capim–Annoni-2. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 21 (3): 255-263.
16. \_\_\_\_\_. 1993a. Diagnóstico do problema e retrospectiva da pesquisa realizada com Capim Annoni 2 no CNPO e CPATB. *In*: Reunião Regional de Avaliação de Pesquisa com Annoni 2 (1993, Bagé). Síntese da sessão plenária.. Bagé, Brasil, EMBRAPA – CPPSUL. pp. 53-69 (Documentos).
17. \_\_\_\_\_.; GONZAGA, S.S. 1993b. Manejo de pastagem de *Agrostis capillaris* consorciado com *Lotus corniculatus* e *Trifolium repens*. Visando controlar a reinvasão com *Eragrostis plana*. *In*: Reunião Regional de Avaliação de Pesquisa com Annoni 2 (1991, Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil). Síntese da sessão plenária. Bagé, Brasil. EMBRAPA. pp. 71-81.
18. COPELAND, L. O.; MC DONALD, M. B. 2001. Principles of seed science and technology. Norwel, Kluwer Academic Publisher. 476 p.
19. CRAWLEY, M. J. 1997. Plant ecology. 2<sup>nd</sup>. ed. s.l., United Kingdom, Blackwell. pp. 214 – 238.
20. EGGLEY, G.H.; DUKE, S.O. 1985. Physiology of weed seed dormancy and germination. *In*: Duke, S.O ed. Weed physiology. Boca Raton, FL., CRC. v.1, pp. 27 – 64.
21. EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F.; RAVEN, P. H. 1992. Biology of plants. New York, Worth. 791 p.

22. ESPEBY, L. 1989. Germination of weed seeds and competition in stands of weeds and barley. Influences of mineral nutrients. s.l., Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Production Science. 172 p.
23. EVENARI, M. 1952. The germination of lettuce seeds. I. Light, temperature and coumarim as germination factors. Palestine Journal of Botany. 5: 138-160.
24. FERNÁNDEZ, G.; CADENAZZI, M.; GONZALEZ, M.N.; VAZ, A.; CARDANI, A. 2008. Características de la bioecología de *Eragrostis plana* Nees asociadas al proceso de invasión. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical. Grupo Campos (22<sup>a.</sup>, 2008, Minas, Lavalleja, Uruguay). Palestras y resúmenes. s.n.t. s.p.
25. FERREIRA, N.R.; MEDEIROS, R.B.; SOARES, G.L.G. 2006. Avaliação alelopática do Capim-Annoni-2 sobre a germinação de sementes de gramíneas perenes. In: Reunión del Grupo Técnico de Forrajas del Cono Sur. Grupo Campos (21<sup>a.</sup>, 2006, Pelotas). Trabalhos apresentados. Rio Grande del Sur, Brasil, s.e. s.p.
26. FINKELSTEIN, R. R.; ROCK, C. D. 2002. Abscisic acid biosynthesis and response. In: Somerville, C. R.; Meyerowitz, E. M. eds. The Arabidopsis book. Rockville, MD, American Society of Plant Biologist. pp. 1 – 52.
27. GARCÍA BREIJO, F.J.; ROSELLÓ CASELLES, J.; SANTAMARINA CIURANA, M. P. 2006. Introducción al funcionamiento de las plantas. Valencia, Universidad Politécnica de Valencia. 182 p.
28. GRIME, J.P. 1982. Plant strategies and vegetation process. New York, John Wiley. 291 p.
29. GUTERRES, E.P. 1993. Considerações sobre o estabelecimento de forrageiras em áreas inçadas com Capim Annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na estação experimental zootécnica de Tupanciretã. In: Reunião Regional de Avaliação de Pesquisa com Annoni 2 (1991, Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil). Síntese da sessão plenária. Bagé, EMBRAPA. pp. 5-23.
30. GUTTERMAN, Y. 2002. Adaptations of desert organisms. Survival strategies of annual desert plants. s.l. Jacob Blaustein Institute for Desert Research and Department of Life Sciences. 348 p.

31. HALL, G. A. B.; NASCIMENTO, A. DO. 1978. Estudos comparativos de capim Annoni 2 (*Eragrostis plana* Nees) e pastagem nativa de várzea da região de Santa Maria, RS. II. Crescimento ponderal e rebrote. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Brasília). 13 (2): 15-21.
32. HARPER, J. L. 1959. The biology of weeds. In: Symposium of the British Ecological Society (1959, Oxford). Proceedings. s.l., Blackwell Scientific Publications. s.p.
33. \_\_\_\_\_. 1977. Population biology of plants. s.l., Academic Press. 892 p.
34. HEGARTY, T. W. 1978. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination; a review. Plant and Cell Environment. 1: 101 – 119.
35. HERRERA, J.; ALIZAGA, R.; GUEVARA, E.; JIMÉNEZ, V. 2006. Germinación y crecimiento de la planta. San José, CR, Universidad de Costa Rica. 48 p.
36. HILHORST, H. W. M.; KARSSSEN, C.M. 1992. Seed dormancy and germination. Plant Growth Regulation. 11: 225- 238.
37. HOLT, J.S. 1988. Ecological and physiological characteristics of weeds. In: Altieri, M.A.; Liebman, M. eds. Weed management in agroecosystems; ecological approaches. Boca Raton, FL, CRC. pp. 7 – 23.
38. IGNATENKO CHUMACHENKO, M.; KUTSCHER HOCK, H. 1995. Estudio de características germinativas en semillas de *Ammi majus* L..Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 57 p.
39. INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVACAO AMBIENTAL. 2003. Espécies exóticas invasoras; fichas técnicas /*Eragrostis plana*. (en línea). s.l. Consultado 16 nov. 2009. Disponible en [http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/fichas\\_espanhol/Er\\_plana.htm](http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/fichas_espanhol/Er_plana.htm)
40. KARSSSEN, C.M. 1982. Seasonal patterns of dormancy in weed seeds. In: Khan, A.A. ed. The physiology and biochemistry of seed development; dormancy and germination. New York, Elsevier. pp. 243 - 270.

41. KISSMANN, K. 1991. Plantas infestantes y nocivas. San Pablo, BASF Brasileira. pp. 420-423.
42. KOLLER, D.; HADAS, A. 1982. Water relations in the germination of seeds. *In*: Lange, O. L. Nobel, S.; Osmond, C. B.; Ziegler, H. eds. Physiological plant ecology. II. Encyclopedia of plant physiology. Berlin, Springer-verlag, Berlin. v.12 B, pp. 401 – 431.
43. LONGINOTTI J.J. 1994. Capim Annoni. Revista Plan Agropecuario. no. 66: s.p.
44. MAIDEEN, S. K.; SELVARAJ, J. A.; VINAYA RAY, R. S. 1990. Presowing chemical treatments to hasten germination of *Casuarina equisetifolia*. The International Tree Crops Journal. 6: 173-181.
45. MEDEIROS, C.M.O.; SILVEIRA, M.A.M. 2006. Qualidade de sementes de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) provenientes de área com herbicida. Porto Alegre, FEPAGRO. 3 p.
46. MEDEIROS, R.B. 1978. Capim Annoni 2. Bagé, RS, EMBRAPA Uepae. s.p.
47. \_\_\_\_\_.; PILLAR, V. P.; REIS, J. C. L. 2004a. Expansão de *Eragrostis plana* nees (Capim Annoni-2) no Rio Grande do Sul e indicativos de controle. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical- Grupo Campos (20<sup>a</sup>. 2004, Salto). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Salto, Regional Norte de la Universidad de la República. pp. 211-212.
48. \_\_\_\_\_.; FOCHT, T.; FERREIRA, N. R.; BRACK, S. C. F. 2004b. Longevidade de Sementes de *Eragrostis plana* Nees em um Solo de Campo Natural. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical – Grupo Campos (20<sup>a</sup>. 2004, Salto). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Salto, Regional Norte de la Universidad de la República. pp. 213-214.
49. MÜLLER-STARCK, G.; SCHUBERT, R. 2001. Genetic response of forest systems to changing environmental condition. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer 367 p.
50. NAMBARA, E.; MARION-POLL, A. 2005. Abscisic acid biosynthesis and catabolism. Annual Review Plant Biology. 56: 165-185.

51. OLIVEIRA, O. L. 1993. Considerações sobre o Capim Annoni 2 (*Eragrostisplana* Nees) histórico e evolução no CNPO. In: Reunião Regional de Avalizacao de Pesquisa com Annoni 2 (1993, Bagé, RS). Sintese da sessão plenaria. Bagé, EMBRAPA-CPPSUL. pp. 41-51.
52. PALANI, M.; DASRHAGIR, M. G.; KUMARAN, K. 1995. Effect of pre-sowing chemical treatment on germination and seedling growth in *Acacia nilotica*. International Tree Crops Journal. 8: 189-192.
53. RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. 1984. Weed ecology; implications for vegetation management. New York, John Wiley. 265 p.
54. REIS, J. C. L.; OLIVEIRA, O. L. P. 1978. Considerações sobre o capim annoni (*Eragrostis plana* Nees). Bagé, EMBRAPA – UEPAE. 16 p. (EMBRAPA. UEPAE de Bagé. Circular Técnica)
55. \_\_\_\_\_. 1993a. Capim Annoni 2; origem, morfología, características, disseminacao. In: Reunião Regional de Avalizacao de Pesquisa com Annoni 2 (1993, Bagé, RS). Sintese da sessão plenaria. Bagé, RS, EMBRAPA-CPPSUL. pp. 5-23.
56. \_\_\_\_\_. ; COUTO, A. C. DO. 1993b. Dinâmica da vegetação em pastagens de duas *Brachiaria* quando implantadas em áreas onde a invasora *Eragrostis plana* foi controlada. s.l., EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuaria de Clima Temperado. pp. 1-8.
57. \_\_\_\_\_. ; AZAMBUJA, A. A. DE. 1993c. Frequências de corte na produção e composição botânica da forragem e índice de área foliar em *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. In: Reunião Regional de Avalizacao de Pesquisa com Annoni 2 (1993, Bagé, RS). Sintese da sessão plenaria. Bagé, EMBRAPA-CPPSUL. s.p.
58. \_\_\_\_\_. ; COELHO, R. W. 2000. Controle do capim-annoni-2 em campos naturais e pastagens. Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado. 21 p. (EMBRAPA Clima Temperado. Circular Técnica no. 22).
59. RUSCONI, B. 2007. Un problema a conocer: Capim Annoni en Uruguay. Almanaque Banco de Seguros del Estado 2007: 187 – 192.
60. SIERRA POSADA, J. O. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Antioquia, Universidad de Antioquia. 244 p.

61. ZALAZAR, M.; FUNES, G.; VENIER, M. P. 2009. Factores que afectan la germinación de *Justicia squarrosa grises*, forrajera nativa de la region chaqueña de la Argentina. Agriscientia. 26: s.p.