

ZALAZAR, MARIA INES
Comportamiento de la

2012

71120

71120

MFN:
Clasif:
T-724

71120



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

**COMPORTAMIENTO DE LA GERMINACIÓN DE *Justicia squarrosa* Griseb. BAJO
DIFERENTES CONDICIONES DE LUZ, TEMPERATURA Y ESTRÉS HÍDRICO.**

TESIS

Para optar al Grado Académico de **MAGISTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Mención: **PRODUCCIÓN VEGETAL**

Tesista: Ing. **MARÍA INÉS ZALAZAR**

Director: Dr. **GUILLERMO FUNES**

Co – Directora: Dra. **ELENA FERNÁNDEZ**

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Guillermo Funes, Director de Tesis, por su generosa disposición para enseñar y aportar su mirada analítica y constructiva sobre el tema y por ofrecer los medios técnicos para desarrollar los análisis de laboratorio.

A la Dra. Elena Fernández, Co – Directora de Tesis, por sus sugerencias y dedicación en la revisión de este trabajo.

Al Ing. Ariel Tapia por aportar con sus conocimientos y amistad.

A la Lic. Liliana Recchioni por sus aportes sobre el diseño estadístico y análisis de datos.

A la MSc. Elena Bonadeo por facilitar más allá de sus responsabilidades, todos los trámites académicos y administrativos durante el cursado de la Maestría.

INDICE

	Página
PORTADA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE	3
INDICE DE FIGURAS E IMAGENES	4
INDICE DE TABLAS	5
RESUMEN	6
ABSTRAC	6
ESTRUCTURA DE LA TESIS	7
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	8
I.1. Introducción	9
I.2. Objetivo General	12
I.3. Objetivos Específicos	12
I.4. Descripción de la Especie	12
I.5. Descripción del Área de Estudio	13
CAPÍTULO II. RESPUESTAS GERMINATIVAS	15
II.1. Introducción	16
II.2. Hipótesis	19
II.3. Objetivo General	19
II.4. Objetivos Específicos	19
II.5. Material y Métodos	19
II.6. Resultados	22
II.7. Discusión	27
CAPÍTULO III. BANCO DE SEMILLAS	30
III.1. Introducción	31
III.2. Hipótesis	34
III.3. Objetivo General	34
III.4. Objetivos Específicos	34
III.5. Material y Métodos	34
III.6. Resultados	36
III.7. Discusión	37
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERAL	40
IV. 1. Discusión	41
IV.2. Conclusión	44
CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFÍA	46
PUBLICACIONES VINCULADAS AL TEMA DE TESIS	47

INDICE DE FIGURAS E IMÁGENES

	Página
Imagen 1: Fotografías de <i>Justicia squarrosa</i> Griseb.	13
Figura 1: Ubicación del Área de Estudio	14
Figura 2: Porcentaje de Germinación (Media± error estándar) de semillas de <i>J. squarrosa</i> en cada uno de los tres regímenes de temperatura en luz (barras blancas) y oscuridad (barras negras).	23
Figura 3: Porcentaje de Germinación (Media± error estándar) de semillas de <i>J. squarrosa</i> bajo diferentes potenciales osmóticos (PEG).	24

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Temperatura y Precipitación Media Mensual del Área de estudio.	14
Tabla 2. Análisis de la Varianza del Efecto de la Temperatura y la Luz sobre la Germinación de <i>J. squarrosa</i> .	23
Tabla 3. Valores (Media± error estándar, n=5) de la proporción lumínica rojo/ rojo lejano en las diferentes situaciones en que se presenta en el bosque chaqueño en el área de estudio.	24
Tabla 4. Valores descriptivos para TMG.	25
Tabla 5. Estadísticos de comparación de a pares para TMG.	25
Tabla 6. Valores descriptivos para IVG.	26
Tabla 7. Estadísticos de comparación de a pares para IVG.	26
Tabla 8. Valores descriptivos para T ₅₀ .	26
Tabla 9. Estadísticos de comparación de a pares para T ₅₀ .	27
Tabla 10. Peso de las semillas de algunas especies del Chaco Árido argentino.	32
Tabla 11. Densidad de semillas por m ² de <i>J. squarrosa</i> (Media± DS) encontradas en el banco según fechas de muestreo.	36
Tabla 12. Densidad de semillas de otras especies del banco en el área de estudio (semillas/ m ²) según fechas de muestreo.	36
Tabla 13. Emergencia de plántulas (Media± DS) de <i>J. squarrosa</i> , según período de muestreo.	37
Tabla 14. Porcentaje de germinación de <i>J. squarrosa</i> para cada período de almacenamiento.	37

RESUMEN

Justicia squarrosa es una especie forrajera presente en diferentes comunidades naturales del Chaco Árido argentino en donde constituye un importante componente en la dieta del ganado en épocas de escasez de agua. El objetivo de la presente tesis fue caracterizar los requerimientos que afectan la germinación y el banco de semillas de la especie a fin de inferir las estrategias para establecer su domesticación y su cultivo. Se tuvieron en cuenta diferentes regímenes de temperatura, calidades de luz y potenciales hídricos; además, se evaluó la capacidad de germinación de sus semillas en el tiempo y se determinó si la especie presenta banco de semillas. La germinación de las semillas estuvo condicionada por factores como la temperatura y el estrés hídrico. Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron a 25°/ 15° C tanto en luz como en oscuridad permanente. Por debajo de -0,2MPa la germinación disminuyó significativamente. Las semillas fueron indiferentes a los tratamientos de luz. Luego de 48 meses se observó un alto porcentaje de germinación de las semillas de la especie, sin embargo no formó banco de semillas en el suelo. En base al análisis de los resultados obtenidos se establecieron las estrategias elementales para domesticar y propagar la especie.

ABSTRACT

Justicia squarrosa is a forage species present that lives in different natural communities in Chaco Árido, where it is an important component of cattle diet in unfavorable drought periods. The objective of the present work was to characterize the requirements that affect the germination and the soil seeds bank of the species in order to infer the strategies to establish the cultivation. Different temperature regimes, light quality and water potential were considered. Seed germination capacity along time was also evaluated as well as the presence of species in the soil seeds bank. The germination of the seeds was conditioned by factors like the temperature and water potential. The highest germination percentage was found at 25°/ 15° C both in light and darkness. Seed germination decreased significantly below -0.2MPa. The seeds did not respond to light treatments. After 48 months a high percent of germination of the seeds of the species was observed, however it didn't form soil seeds bank. Based on the analysis of the obtained results the elementary strategies settled for the species domestication and propagation.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

El trabajo se organiza con una estructura general que contiene: Portada; Agradecimientos; Índice; Índice de Figuras e Imágenes; Índice de Tablas; Resumen; Abstract; cinco Capítulos y publicaciones vinculadas al tema.

El Capítulo I contiene una Introducción General; Objetivo General; Objetivos Específicos; Descripción de la Especie y Descripción del Área de Estudio.

El Capítulo II, contiene las respuestas germinativas.

El Capítulo III comprende la información referida a banco de semillas.

El Capítulo IV, contiene la Discusión General y la Conclusión.

El Capítulo V contiene la Bibliografía.

El contenido de los capítulos II y III, se estructura con los siguientes títulos: Justificación; Hipótesis; Objetivo General; Objetivos Específicos; Metodología; Resultados y Discusión.



CAPITULO I

Introducción General

INTRODUCCIÓN GENERAL

I.1. INTRODUCCIÓN

En Los Llanos de La Rioja la ganadería extensiva es la principal actividad productiva que utiliza el pastizal natural como recurso forrajero (Corzo, 2005; Dirección General de Estadísticas y Sistemas de Información, 2006; Zalazar & Tapia, 2007). El pastizal natural está compuesto por una combinación de especies monocotiledóneas y latifoliadas, encontrándose dentro de estas últimas el género *Justicia*.

El género *Justicia* (Acanthaceae) se distribuye en la región noroeste del país, desde la provincia de Salta hasta San Juan, donde constituye un importante componente en la dieta del ganado, en especial en las épocas de escasez de agua (Burkart, 1943; Fumagalli *et al.*, 1987; Miñon *et al.*, 1991).

Justicia squarrosa Griseb. es una especie forrajera presente en el estrato herbáceo en los bosques, matorrales y pastizales naturales del Chaco Árido, vive en las provincias de La Rioja, Catamarca, Chaco, Córdoba; Jujuy, Salta, Santiago del Estero, San Luis y Tucumán (Morello *et al.*, 1973; Ezcurra, 2002). Proporciona forraje de alta calidad a la dieta de los bovinos en el período de reposo vegetativo de las gramíneas, presentando los siguientes valores promedios en los parámetros de calidad: 58,7% de digestibilidad aparente; 58,7% de fibra detergente neutra y 43,7% de fibra detergente ácida, estimados durante el periodo otoño – invierno – primavera para muestras tomadas de la población nativa (Miñon *et al.*, 1991; Ferrando *et al.*, 1997a; Ferrando *et al.*, 1997b; Ferrando *et al.*, 1998a; Ferrando *et al.*, 1998b). En cultivo, los valores encontrados de Digestibilidad In Vitro de Materia seca, Fibra Detergente Ácida y Fibra Detergente Neutra en planta entera son de 68,45%; 26,23% y 40,74%, respectivamente, siendo menores los tenores en el análisis independiente de tallo y hoja (Zalazar & Tapia, 2007).

El uso del pastizal sin la aplicación de técnicas adecuadas de manejo ha ocasionado un creciente deterioro del mismo provocando la pérdida de especies y de producción, lo cual indica la necesidad de revertir el proceso de degradación derivándolo a un estado positivo para el ambiente y la producción ganadera (Marchi, 1993). Este problema se ha abordado proponiendo la incorporación de técnicas racionales de manejo del pastizal natural, implantación de algunas especies forrajeras exóticas o la combinación de ambas. Sin embargo, los productores no han modificado las técnicas de uso del pastizal natural o de las pasturas cultivadas por lo que sigue

constituyendo un riesgo potencial de pérdida de biodiversidad local (Zalazar & Tapia, 2005). Por otra parte, el impulso del estudio de especies exóticas de gran rendimiento, dependientes de paquetes tecnológicos complejos y costosos, descuidó el estudio de aquellas especies que, aunque de menor rendimiento, tienen valor por la adaptación a diferentes ambientes y son menos dependientes de las tareas agrícolas (Peretti, 1994).

Melo & Boetto (1993) postulan que el éxito de la producción ganadera sobre los sistemas naturales está condicionado por la presencia de las pasturas por lo cual el primer objetivo de manejo es la búsqueda de especies aptas para el consumo que se adapten a las condiciones ambientales locales.

El progreso del desarrollo agrícola se basa en la selección de especies y la reproducción de las mismas de manera que conserven, bajo cultivo, sus características valiosas (Sauer, 1969; Baker, 1978). La evaluación de plantas nativas, para su uso como forraje en zonas áridas, constituye una alternativa que permite mejorar la calidad de la dieta animal en épocas de escasez de pasturas, ello consiste en poner en situación de cultivo al material silvestre y su principal objetivo es la producción continua de semillas en cantidad y calidad (Rodríguez *et al.*, 1985; Rodríguez *et al.*, 1986) ya que para las Espermatofitas representa la forma de dispersión en el espacio y tiempo y constituye el método más eficiente y utilizado en la propagación de plantas cultivadas, en especial granos, forrajes, fibras y oleaginosas. (Córdoba, 1976; U.S.D.A., 1977; Esau, 1982; Rodríguez *et al.* 1986; Moreira De Carvalho & Nakagawa, 1988; Hartmann & Kester, 1999; Barceló Coll *et al.*, 2001). Desde este punto de vista el requisito para establecer el ciclo agrícola de una especie es el estudio de los valores germinativos de sus semillas (Peretti, 1994; Hartmann & Kester, 1999).

La germinación de las semillas es el proceso principal para que éstas se propaguen y perpetúen, si este proceso falla se ve comprometida la supervivencia de la población dentro de la comunidad (Hartmann & Kester, 1999). Este proceso implica la reanudación de las actividades de crecimiento del embrión, suspendidas o disminuidas al momento en el que la semilla alcanza la madurez fisiológica para convertirse en plántula (Peretti, 1994). Cada especie posee un determinado conjunto de condiciones que posibilita que se desencadene el proceso de germinación (Bewley & Black, 1994; Baskin & Baskin, 1998). En este sentido la temperatura, la luz y la humedad del suelo aparecen como los principales factores bioclimáticos reguladores

de dicho proceso (Bewley & Black, 1994; Bell *et al.*, 1995; Baskin & Baskin, 1998; Pons, 2000; Probert, 2000).

Las plantas poseen mecanismos de control de la germinación como una adaptación para la supervivencia natural de las especies, estos mecanismos son importantes en aquellas plantas que crecen en condiciones ambientales extremas, como en los desiertos o semi desiertos, donde las condiciones ambientales, principalmente la falta de agua en el suelo no son favorables para la germinación inmediata luego de la diseminación de las semillas (Kigel, 1995; Baskin & Baskin 1998; Hartmann & Kester, 1999).

Otro factor que afecta el porcentaje y la tasa de germinación es la temperatura. Para la germinación de semillas pueden definirse tres condiciones de temperatura: temperatura mínima o base; temperatura óptima y temperatura máxima, siendo la temperatura óptima de las semillas de especies estivales que no están en letargo entre los 25 y 30° C y para las especies invernales de 20° C. Las semillas de las especies cultivadas o nativas, pueden ser divididas en cuatro grupos de requerimientos: 1- tolerantes a bajas temperaturas; 2- las que necesitan temperaturas bajas; 3- con temperaturas elevadas y 4- las que requieren temperaturas alternadas (Hartmann & Kester, 1999; Giambastiani, 2006)

Por otra parte, la sensibilidad a la luz es el factor ecológico que influye en la adaptación de las especies vegetales a un ambiente específico. Debajo de un dosel de follaje, la radiación infrarroja es dominante y la proporción roja/infrarroja puede ser tan baja que mimetiza la oscuridad, inhibiendo con ello la germinación de las semillas (Pons, 2000). Las semillas sensibles a la luz a menudo son pequeñas y por lo tanto, su germinación es favorecida estando cerca de la superficie. En contraste con ello, las plantas que producen semillas que son inhibidas por la luz tienden a encontrarse en ambientes secos desérticos, donde la supervivencia de las plántulas es incrementada si las semillas germinan a profundidades del suelo algo mayores porque hay menos calor y más humedad (Hartmann & Kester, 1999).

Finalmente, la formación de un reservorio de semillas en el suelo (banco de semillas) aparece como una característica de gran importancia de las especies de plantas a la hora de mantener año a año, sus poblaciones y/o regenerarlas luego de un disturbio (Harper, 1977; Thompson & Grime, 1979; Bakker & Berendse, 1999; Funes *et al.*, 1999a; 2001). Esta estrategia se ha reconocido como una dispersión en

el tiempo y es de vital importancia para la conservación *in situ* de las especies, en especial de interés comercial.

La información básica acerca de diferentes aspectos de la ecología de las especies de interés para el hombre son de fundamental importancia, principalmente los referidos a la fase regenerativa, como por ejemplo, los relativos a la ecología de las semillas. Por lo expuesto, este trabajo caracteriza los requerimientos de germinación y el banco de semillas de *Justicia squarrosa*, a fin de inferir las estrategias para la domesticación y el cultivo de la especie, entendiendo lo último como el proceso de relacionamiento de los aspectos referidos al comportamiento de las semillas y las tecnologías de manejo para el establecimiento del cultivo (Raguse *et.al.*, 1970; Carámbula, 1998; Bruno, 2006; Formoso, 2007; Torres Carbonell, 2009; Pezzani, 2009).

1.2. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar los requerimientos de germinación y el banco de semillas de *Justicia squarrosa* que permitan establecer las estrategias de domesticación y cultivo de la especie.

1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar los requerimientos de luz, temperatura y humedad para la germinación de *Justicia squarrosa*.
- Evaluar si la especie presenta banco de semillas como estrategia de regeneración natural.
- Obtener información para el manejo de la especie en situación de cultivo.

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Justicia squarrosa Griseb. es un sufrútice ramoso, con tallos cilíndricos cuadrísulcados, ascendentes, apoyantes o postrados radicantes, glabros. Hojas angostamente aovadas, largamente atenuadas hacia el ápice, escasamente pubescentes. Flores en espigas cortas y densas, dispuestas en el ápice de las ramas.

Bractéolas linear-subuladas; brácteas angostamente aovadas, largamente acuminadas, ambas más o menos 2 veces la longitud del cáliz y con largos pelos cerdosos en los márgenes. Cáliz profundamente partido; sépalos angostamente aovados, largamente acuminados, con algunos pelos hacia el ápice, de más o menos 9mm de longitud por mas o menos 1mm de latitud. Corola violácea, muy raramente blanca, pubescente, con tubo corto, igual o algo menor que la longitud de los labios; labio superior levemente giboso en la base y algo curvado hacia el ápice que es apenas bilobado; labio inferior con 3 lóbulos obovados, el central lleva en la base una mancha blancuzca con estrías y arrugas transversales; estambres insertos cerca de las fauces de la corola, tecas a distinto nivel, la inferior brevemente apiculada en la base. Cápsula estipitada; porción fértil subcuboide, tetraesperma. Semillas subglobosas-lenticulares, de más o menos 2,8mm de longitud, más o menos 3mm de latitud y más o menos 2,2mm de grosor; hilo angostamente oblongo; tegumento liso, nítido, color castaño oscuro (Ariza Espinar, 1971). Esta especie está presente en bosques xerófilos de la región de estudio formando parte del estrato herbáceo (Cabido *et al.* 1994). En los sitios de estudio aparece como manchones densos debajo del dosel.

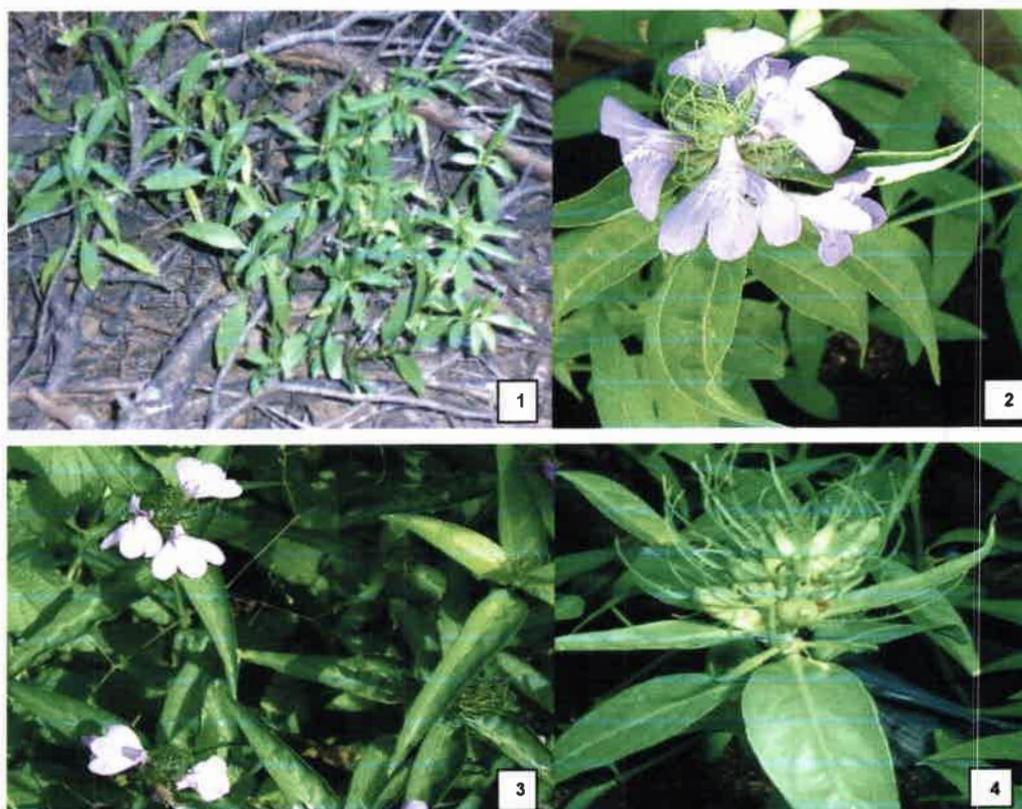


Imagen N° 1: Fotografías de *Justicia squarrosa* Griseb.
1- Planta pastoreada; 2- Cima floral; 3- Planta sin pastorear; 4- frutos.

I.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se sitúa en la porción sureste de la provincia de La Rioja, comprendida en de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña (Cabrera, 1976), dentro de lo que se conoce como Distrito de los Llanos (Ragonese & Castiglioni, 1970) o Chaco Árido, delimitado entre las isoyetas de 300mm y 500mm (Morello *et al.* 1985) correspondiente al extremo más seco de la provincia fitogeográfica. El clima corresponde a la clasificación árido, cálido – templado. Presenta lluvias estivales, grandes amplitudes térmicas diarias y estacionales, veranos prolongados, inviernos moderados y déficit hídrico todo el año. La temperatura media anual supera los 20° C. Las precipitaciones son de carácter monzónico, se concentran entre los meses de noviembre a marzo. La precipitación media anual oscila entre los 300mm y 400mm, (Díaz, 1977; Lasso & Herrera, 1982) como se indica en la Tabla 1. La vegetación se caracteriza por la presencia de un bosque cuya especie dominante es *Aspidosperma quebracho blanco*; con estrato arbustivo y herbáceo. El estrato arbustivo presenta como principales exponentes a *Atamisquea emarginata*, *Tricomaria usillo*, *Mimozyanthus carinatus*, *Larrea divaricata*, *Acacia caven*, *Prosopis sericantha*, *Maytenus viscifolia* y *Geoffroea decorticans*. El estrato herbáceo está compuesto por latifoliadas y gramíneas perennes y anuales (Morello *et al.*, 1973; 1977). Los suelos son sueltos, limo-arenosos a arenosos con niveles carbonáticos que a menudo aparecen superficialmente –tosca- (Gómez *et al.*, 1993).

Tabla 1. Valores de Temperatura Media Mensual, Precipitación Media Mensual y Evapotranspiración del Área de Estudio: Loc. de Milagro (Lat. 28° 45'00"S; Long. 67° 30'00"O; 1480msnm)

Variables	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Media Mensual (°C) ¹	29,99	26,46	25,89	20,48	12,75	11,41	12,26	14,27	20,322	23,02	26	27,5
Precipitación Media Mensual (mm) ²	56	53	45	19	12	4	6	3	5	28	34	49
Evapotranspiración Potencial (mm) ^{* 2}	193	163,3	156,1	131	113,3	92,9	95,3	11,2	126,4	155	173,4	192,5

Fuente: 1- Estimadas en base a Díaz, 1977. 2- DGEySI- La Rioja.

Observaciones: * Cálculo según Blaney – Criddle en base a la temperatura media mensual estimada por el Método de De Fina – Sabella

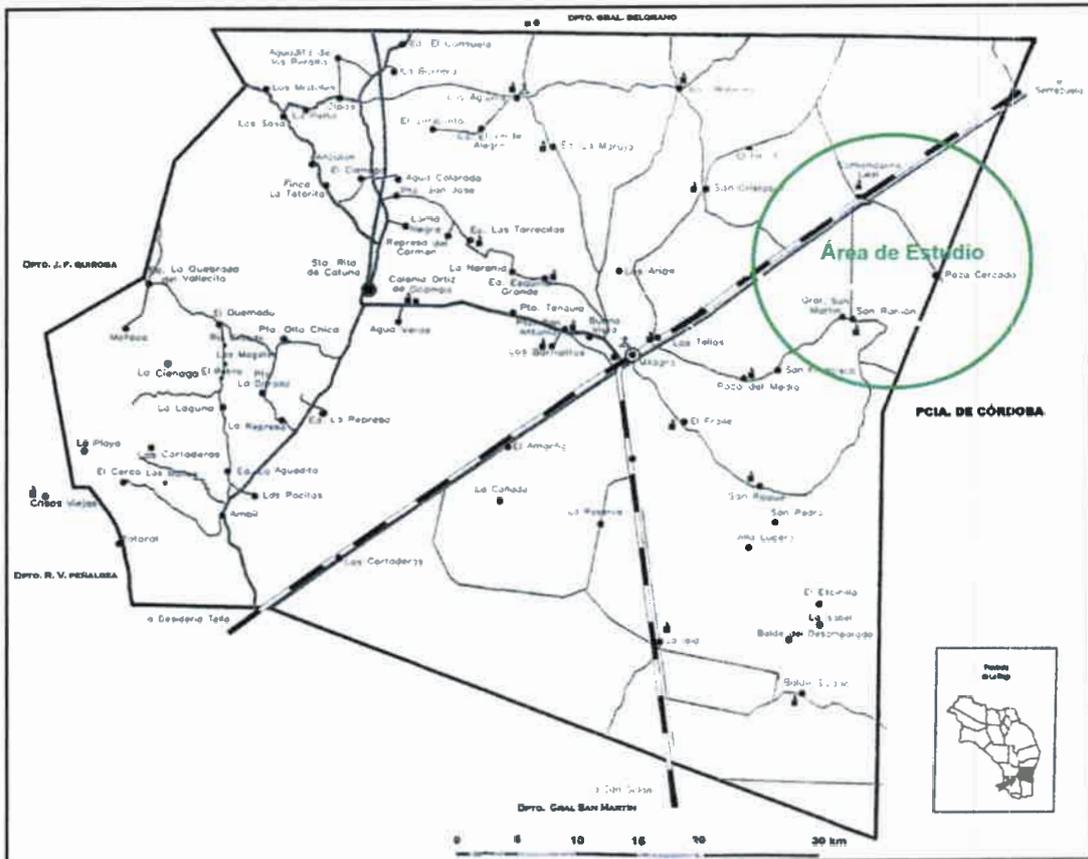


Figura 1: Ubicación del Área de Estudio



CAPITULO II

Respuestas Germinativas

RESPUESTAS GERMINATIVAS

II.1. INTRODUCCIÓN

La composición específica de la vegetación de una región es el resultado de procesos que operan a distintas escalas espaciales y temporales. Estos procesos actúan como filtros seleccionando aquellas especies que poseen las características adecuadas para soportarlos (Keddy, 1992; Díaz *et al.*, 1998). Según Keddy (1992) las condiciones climáticas, los disturbios y las interacciones biológicas son tres ejemplos de filtros que operan en escalas espaciales cada vez más finas. En este sentido, las especies que conviven en una comunidad perciben una serie de factores ambientales que condicionan el período del año para la germinación y emergencia que maximiza el establecimiento y supervivencia de los individuos (Baskin & Baskin, 1998).

La germinación es un atributo esencial de la fase regenerativa de las plantas que asegura la subsistencia y recuperación de sus poblaciones (Rees, 1997). Cada especie posee un conjunto de condiciones que origina el proceso de germinación (Bewley & Black, 1994; Baskin & Baskin, 1998), siendo la temperatura, luz y humedad del suelo los principales factores bioclimáticos que regulan este proceso (Bewley & Black, 1994; Bell *et al.*, 1995; Pons, 2000; Probert, 2000).

Efecto la temperatura en la germinación

La temperatura es a menudo el principal factor que controla la germinación (García Huidobro *et al.*, 1982; Mc Donald, 1994; Bradford, 1995; Baskin & Baskin, 1998; Shafii & Price, 2001; Trudgill *et al.*, 2005), ya que actúa sobre las enzimas que intervienen en el proceso, afectando tanto la tasa como el porcentaje final de germinación (Bewley & Black, 1994; Dubrosky, 1996; Sánchez – Soto *et al.*, 2010).

La mayoría de las semillas exhiben una temperatura mínima, óptima y máxima para la germinación. (Mc Donald, 1994; Bradford, 1995). En los sistemas boscosos, con una marcada estacionalidad térmica (que se asocia a la variación estacional de las precipitaciones), en los que el estrato arbóreo es en general abierto (e. g., bosques xerófilos subtropicales y matorrales mediterráneos), el proceso de germinación está regulado principalmente por la temperatura (Baskin & Baskin, 1998). En la Región Mediterránea del sudoeste de Australia, varias especies de *Rhamnaceae* y *Fabaceae* germinan bien a temperaturas bajas, coincidente con la estación húmeda (Bell *et al.*,

1993; Bell, 1994; Bell *et al.*, 1995; Turner *et al.*, 2005), lo mismo ocurre con algunas especies del centro de Chile (Donoso & Cabello, 1978; Figueroa *et al.*, 1996).

Por el contrario, en las regiones con un invierno seco y un verano húmedo, las especies encuentran su óptimo a temperaturas más altas. Esto sugiere que la germinación de estas especies se relaciona al momento del año en el que es máxima la probabilidad de supervivencia de la plántula, como lo reportan los trabajos de Funes & Venier (2006); Funes *et al.* (2009) y Gurvich *et al.* (2008) para especies del género *Acacia*; especies de otros géneros que habitan en el Chaco seco de Argentina y cactáceas del género *Gymnocalycium*, respectivamente.

Efecto del estrés hídrico en la germinación

La disponibilidad de agua es una condición esencial para la germinación de las semillas, ya que determina la imbibición y posterior activación de procesos metabólicos, como rehidratación, mecanismos de reparación (membranas, proteínas y ADN), elongación celular y aparición de la radícula (Dubreucq *et al.* 2000). Por otra parte, la disponibilidad de agua en el suelo afecta la velocidad y el porcentaje de emergencia de las plántulas. Las diferentes respuestas de las plantas al contenido hídrico se pueden explicar por factores relacionados con las semillas como el tamaño, composición química de las reservas, calidad fisiológica; el contenido y capacidad de retención de agua absorbida (Bewley & Black, 1994; Mc Donald, 1994; Bradford, 1995; Baskin & Baskin, 1998; Li *et al.*, 1999 a; b). Este último, es el factor que determina el inicio del proceso germinativo (Braga *et al.*, 2008) que a su vez, es influenciado por la temperatura externa, disminuyendo a temperaturas bajas debido al incremento de la viscosidad del agua (Mc Donald, 1994; Bradford, 1995). Así, en los ambientes naturales, las plantas deben sincronizar sus ciclos de crecimiento y reproducción con una adecuada provisión de agua (Foley & Fennimore, 1998), lo cual es especialmente significativo en los ambientes desérticos donde los eventos de lluvia son escasos. Además, la disponibilidad de agua durante el crecimiento de la planta madre afecta el desarrollo de sus semillas, alterando su capacidad germinativa positiva o negativamente (Pallas *et al.*, 1977; Benech–Arnold *et al.*, 1992; Gutterman, 2000).

El déficit hídrico es uno de los factores abióticos de gran incidencia en el crecimiento de las plantas (Kigel, 1995; Volaire, 2003; Koger *et al.*, 2004; Jithesh *et al.*, 2006; Gao *et al.*, 2007), disminuye el porcentaje de germinación y puede retrasar o restringir, en forma total, la misma (Turk *et al.*, 2004).

Por otra parte, algunas sales presentes en el suelo provocan estrés hídrico debido a que originan diferentes potenciales osmóticos en el medio externo e interno de las semillas. Las sales provocan toxicidad afectando la etapa inicial del crecimiento. En algunos casos, la sal promueve el desplazamiento del Ca^{+2} al límite de la superficie externa de la membrana plasmática reemplazándolo por cationes metálicos, ocasionando el deterioro de la membrana plasmática y la permeabilidad (Bliss *et al.*, 1986; Marcar, 1986; Hamada, 1994; Tobe *et al.*, 2002; 2003; 2004).

El déficit hídrico en el suelo se simula en laboratorio mediante el uso de soluciones con potenciales hídricos definidos (Emmerich & Hardegree, 1991), la deficiencia hídrica simulada se logra utilizando, por ejemplo, polietilenglicol (PEG) (Chimenti, 1982; De & Kar, 1995; Pérez-Molphe-Balch *et al.*, 1996; Perissé, 1997; Biasutti & Galiñanes, 2001; Alemanno *et al.*, 2003). Este tipo de pruebas permite determinar materiales resistentes al estrés hídrico para ser utilizados como progenitores en cruzamientos (Blum, 1988) o la identificación de genotipos con altos porcentajes de germinación bajo estrés hídrico que mejoren el vigor de plántula, el establecimiento a campo y la competitividad intraespecífica (Cony & Trione, 1998; Dodd & Donovan, 1999; Willenborga *et al.*, 2005).

En general, al incrementar el estrés osmótico del tratamiento se observa una disminución de los porcentajes de germinación (Chachalis & Reddy, 2000). Estudios sobre especies del género *Ipomoea* mostraron una disminución de los porcentajes y del tiempo de germinación al incrementar el estrés osmótico (Crowley & Buchanan, 1980; Dias-Filho, 1996; Morán Lemir, 1997; Sobrero *et al.*, 2006), ocurre lo mismo en ensayos realizados con las semillas de *Bulnesia retama*, especie característica de las regiones áridas y semiáridas de Argentina, para las cuales se observó una disminución del poder germinativo cuando aumenta el déficit hídrico o el potencial osmótico se hace más negativo, indicando que no germinan mientras no existan ciertas condiciones de humedad en el medio (Rodríguez Rivera *et al.*, 2007).

Efectos de la luz en la germinación

La intensidad, duración (fotoperiodo) y calidad de la luz (longitud de onda) afecta la germinación de las semillas (Copeland & Mc Donald, 1995). La diversidad de respuestas de las semillas a este estímulo están dadas por la cantidad y tipo de fitocromo (Pons, 1992). El fitocromo es una cromoproteína hidrofílica verde – azul (Grill & Spruit, 1972) que existe en dos formas principales interconvertibles: Fr y Frl, las

cuales absorben hasta 660 y 730nm, respectivamente (Rüdiger, 1986). La forma F_{ri} es inducida por la luz roja y es la responsable de inducir la síntesis de enzimas de la germinación; la exposición a luz infrarroja convierte al fitocromo a la forma Fr, que es inactiva, bloqueando la germinación (Copeland & Mc Donald, 1995). Las semillas que germinan sin luz, deben disponer cantidades adecuadas de fitocromo activo (F_{ri}) (Leinonen, 1998).

En los bosques tropicales, la temperatura y las precipitaciones no varían demasiado a lo largo del año, transformando a la luz que llega al suelo, en el principal recurso limitante para la germinación. Este hecho afecta especialmente a las semillas de especies pioneras, debido a que la vegetación establecida disminuye la cantidad y calidad (relación rojo/rojo lejano) de la luz (Pons, 2000; Daws *et al.*, 2002; Pearson *et al.*, 2002). La germinación de la mayoría de las semillas es inhibida por prolongadas exposiciones a la luz, denominándose este comportamiento “respuesta a irradiación elevada” y corresponde a las semillas fotoblásticas negativas (Lambers *et al.*, 1998). La sensibilidad de la germinación a la luz está afectada por diversas interacciones con la temperatura (Copeland & Mc Donald, 1995) y otros factores ambientales, origina diferentes manifestaciones de la capacidad de resistencia y adaptación de las plantas a un medio determinado (Manrique, 2003).

El **objetivo** del presente capítulo es conocer cómo diferentes condiciones de temperatura; luz y estrés hídrico afectan la germinación de las semillas de *Justicia squarrosa*.

II.2. HIPÓTESIS

Teniendo en cuenta que *Justicia squarrosa* vive en el sotobosque de sitios semiáridos y cálidos, con lluvias estivales e inviernos secos, se espera que las semillas presenten un mayor porcentaje de germinación alrededor de temperaturas de 25° C, buena tolerancia al estrés hídrico y que responda de manera indiferente a los tratamientos de luz.

II.3. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar los requerimientos de germinación de las semillas de *Justicia squarrosa*, en relación con la temperatura, humedad y luz.

II.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el porcentaje y tasa de germinación de *J. squarrosa* a diferentes termoperíodos en condiciones de luz y oscuridad total.
- Evaluar el porcentaje y tasa de germinación bajo diferentes potenciales hídricos.
- Evaluar la germinación bajo diferentes calidades de luz (relación R/ RL).
- Determinar la calidad de luz que llega al suelo (relación R/ RL) en parches de bosque conservado y en parches de bosque perturbado (fuego + ganado).
- Determinar Índice de Velocidad de Germinación (IVG); Tiempo Medio de Germinación (TMG); T_{50} y Valor Cultural (VC).

II.5. MATERIALES Y MÉTODOS

En el área de estudio se colectaron semillas de 15 individuos durante la temporada estival 2005–2006. Se separaron de las impurezas identificando el tipo de impurezas y se pesó cada fracción. Además se determinó el peso de 1000 semillas. Se conservaron en laboratorio almacenadas en bolsas de papel madera a temperatura ambiente ($20^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$) y en oscuridad por 10- 35 días hasta la realización de los experimentos.

Ensayo de germinación

Las semillas se dispusieron en cápsulas de Petri de 9cm de diámetro sobre papel de filtro (S & S 585) humedecido con agua destilada. La duración del experimento fue de 30 días. Cada unidad experimental consistió en una cápsula de Petri con 30 semillas y se consideraron tres réplicas para cada tratamiento. En todos los ensayos los conteos se realizaron en forma diaria. Una semilla se consideró germinada cuando la radícula poseía 2mm de longitud.

Para determinar la capacidad de germinación bajo diferentes condiciones de temperatura las cápsulas se colocaron en cámaras provistas de tubos fluorescentes de luz blanca fría de 20W, con una irradiación (400-700nm) de aproximadamente $38\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en condiciones de luz controlada de 12/12h (luz/ oscuridad) y oscuridad permanente, cubriendo las cápsulas de Petri con papel aluminio (Funes & Venier, 2006). Se consideraron cuatro termoperíodos: 15°/ 5° C, 20°/ 10° C, 25°/ 15° C y 35°/ 20° C, teniendo en cuenta las medias máximas y mínimas de invierno, primavera/otoño y verano en el área de estudio (Díaz, 1977).

La evaluación de la germinación de la especie bajo diferentes calidades de luz se efectuó reproduciendo en laboratorio los registros de luz de la relación R/RL que llega a la superficie del suelo en situación de bosque conservado y en situación con disturbio (fuego + ganado) considerando dos microhábitats: bajo copa de arbusto y fuera de copa (Zalazar *et al.*, 2009). Para el primer caso las cápsulas de Petri se colocaron en una bandeja plástica de 35cm x 25cm x 10cm recubierta con un filtro rojo (Filtro Lee N° 106) determinando una relación R/RL = 4,47 y para el segundo caso, las cápsulas se colocaron en una bandeja plástica de 35cm x 25cm x 10cm recubierta con un filtro rojo más uno azul (Filtro Lee N° 183) estableciendo una relación R/RL de 0,15. La relación R/RL se midió con el sensor Skye (SKR 110). Todas las bandejas se pusieron en cámaras de germinación provistas de tubos fluorescentes de luz blanca fría de 20W a 25°/ 15° C.

Para evaluar la respuesta de las semillas de *J. squarrosa* al estrés hídrico se consideraron cinco potenciales osmóticos: 0,0 (control); -0,2; -0,75; -1,2 y -2MPa. Los diferentes potenciales se obtuvieron mediante la dilución de polietilenglicol 6000 (PEG 6000) siguiendo a Michel & Kaufmann (1973). Se tuvieron en cuenta tres réplicas (cápsulas de Petri con 30 semillas cada una) por cada tratamiento. Las cápsulas fueron incubadas en cámaras a 25° C (Cony & Trione, 1998) con 12/12h (luz/ oscuridad).

Estimaciones

El Tiempo Medio de Germinación (TMG); Índice de Velocidad de Germinación (IVG) y T_{50} se estimaron para los rangos de temperatura 20°/ 35° C; 15°/ 25° C y 10°/ 20° C. Para 15°/ 5° C no se estimó ya que no hubo respuestas germinativas.

Los índices TMG; IVG; T_{50} y VC se calcularon considerando las siguientes definiciones:

- Tiempo Medio de Germinación (Edmond & Drapala, 1958) estima una media ponderada del tiempo necesario para alcanzar la germinación máxima, teniendo como factor de ponderación la germinación diaria, cuya fórmula es: $TMG = \sum Ci Ti / \sum Ci$, donde Ci es el número de semillas germinadas ocurrida cada día y Ti es el tiempo en días.
- Índice de Velocidad de Germinación (Kotowski, 1926) se determina a partir del conteo del número de semillas germinadas por día, el cual divide por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra, cuyo resultado es el índice diario individual. La sumatoria de los índices diarios individuales constituye el índice final de germinación de cada repetición.
- T_{50} (Ellis y Roberts, 1978) es el tiempo transcurrido a partir de la siembra hasta el percentil 50 de semillas germinadas. Indica la velocidad de germinación en un periodo de tiempo corto.
- VC (ISTA, 1996) es la proporción de semillas puras y viables de la muestra. Se determina multiplicando la pureza por el poder germinativo y dividiendo este resultado en 100.

Análisis de datos

El análisis de los datos correspondientes a los experimentos de germinación, se realizó mediante un ANAVA y un LSD ($p=0,05$) como test a *posteriori*, transformando previamente los datos de porcentaje de germinación a arco seno para estabilizar las varianzas (Sokal & Rolf, 1995).

La comparación de los tratamientos para cada uno de los indicadores determinados: TMG; IVG y T_{50} , se efectuó mediante el test no-paramétrico de Kruskal Wallis (Conover, 1980), que considera los rangos de la información total del ensayo y utiliza el valor de la mediana como indicador de la tendencia central de los datos.

La regla de decisión fue comparar el valor del estadístico H con el valor de la tabla de cuartiles que presenta Conover (1980).

Cuando el valor $H \geq 0,95$ se rechazó la hipótesis nula. En esta situación se realizó una prueba comparaciones múltiples de a pares, para cada índice y para cada par de tratamientos, indicando con letras iguales los tratamientos que no difieren.

Los análisis se efectuaron con el software InfoStat, con un valor de significación $p \leq 0,05$.

II.6. RESULTADOS

El peso de 1000 semillas fue $8g \pm 0,01$ y el de las impurezas fue de 0,5g. Las impurezas estaban constituidas por semillas rotas y vanas, setas de la cima floral y restos del fruto de la misma especie.

La temperatura fue el factor de control de la germinación más importante ($F=198,44$ - Tabla 2).

La germinación cambió significativamente con la temperatura y la luz, y se observó interacción entre los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de la varianza del efecto de la temperatura y la luz sobre la germinación de las semillas de *J. squarrosa*.

	GL	F	P
Temperatura	3	198,44	0,0001
Luz	1	20,42	0,0001
Temperatura * Luz	7	27,63	0,0003

A $15^{\circ}/5^{\circ}$ C no se obtuvo germinación ni en luz ni en oscuridad (Fig. 2). Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron a $20^{\circ}/10^{\circ}$ C en luz y a $25^{\circ}/15^{\circ}$ C tanto en luz como en oscuridad permanente (Fig. 2).

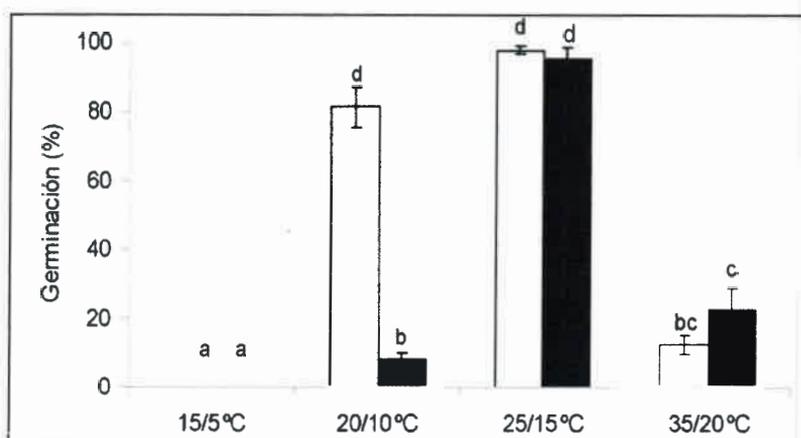


Figura 2. Porcentaje de germinación (media \pm error estándar) de semillas de *J. squarrosa* en cada uno de los tres regímenes de temperatura con luz (barras blancas) y oscuridad permanente (barras negras). Diferentes letras indican diferencias significativas (test LSD de Fisher, $p < 0,05$).

La proporción lumínica roja/roja lejana (R/RL) cambió significativamente entre los sitios estudiados, observándose valores menores en los sitios con bosque maduro y bajo copa de arbustos en sitios perturbados (Tabla 3).

Tabla 3. Valores (media \pm error estándar, $n=5$) de la proporción lumínica roja/roja lejana en las diferentes situaciones en que se presenta el bosque chaqueño en el área de estudio.

	R/ RL
Bosque maduro	0,78 \pm 0,04 ^a
Bosque perturbado bajo copa	0,92 \pm 0,13 ^a
Bosque perturbado fuera de copa	3,45 \pm 0,01 ^b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

La germinación bajo las diferentes calidades de luz fue buena tanto para una relación R/RL de 4,47 ($95,55 \pm 1,11\%$) como para la R/RL de 0,15 ($93,33 \pm 1,92\%$) y no se detectaron diferencias significativas entre estos porcentajes y los observados bajo luz blanca ($97,73 \pm 1,13\%$).

Se observaron diferencias significativas en los porcentajes de germinación de *J. squarrosa* en los potenciales osmóticos estudiados (Fig. 3). La disminución del potencial osmótico por debajo de 0,7MPa redujo drásticamente la germinación, registrándose un valor de 11,07% y un valor de 2,2 % a -1,2MPa.

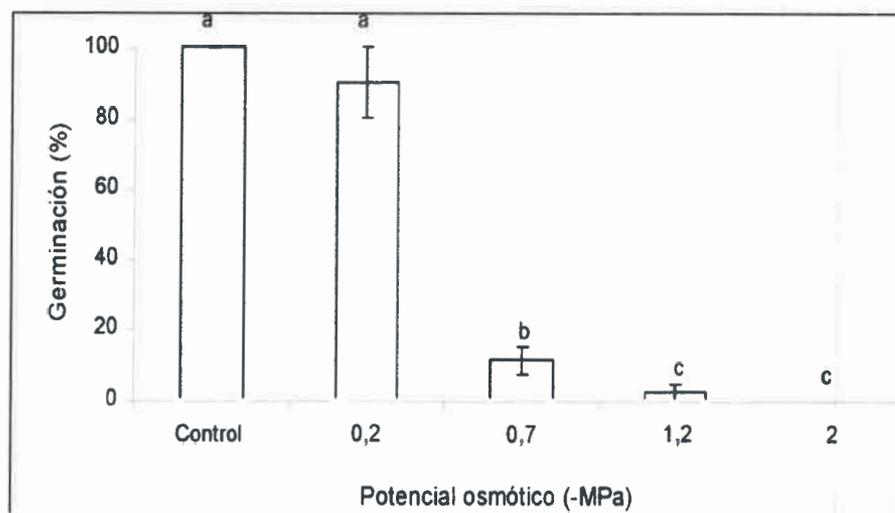


Figura 3. Porcentaje de germinación (media \pm error estándar) de semillas de *J. squarrosa* bajo diferentes potenciales osmóticos (PEG). Diferentes letras indican diferencias significativas (test LSD de Fisher, $p < 0,05$)

Para el indicador TMG se detectan diferencias entre los tratamientos ($p=0,046$).

Tabla 4. Valores descriptivos para TMG

Tratamiento	Media	Desvío Standard	Mediana
10/ 20°C	25,10	18,97	14,30
15/ 25°C	4,07	0,12	4,00
20/ 35°C	24,47	3,50	24,40

A través de las comparaciones entre pares de tratamientos, se detectó que el menor valor se registra en el tratamiento de 15°/ 25° C con una mediana de 4 y el mayor valor del TMG se presenta en el tratamiento 20°/ 35° C con una mediana de 24,40 y el restante tratamiento tuvo valores intermedios (Tabla 4). Se observaron diferencias entre el tratamiento 15°/ 25° C y el tratamiento 20°/ 35° C, ya que las otras comparaciones fueron no significativas (Tabla 5, indicadas con asterisco).

Tabla 5. Estadísticos de comparación de a pares para TMG

Tratamiento	20°/ 35° C	10°/ 20° C	15°/ 25° C
10°/ 20° C	0,20	--	--
15°/ 25° C	5,00*	3,20	--
20°/ 35° C	--	--	--

Observación: * significativa al 5%.

El tratamiento que presenta un valor medio de IVG es el correspondiente a 10°/ 20° C. El tratamiento que genera un mayor valor de IVG es el correspondiente al tratamiento de 15°/ 25° C, y el menor al de 20°/ 35° C (Tabla 6).

Tabla 6. Valores descriptivos para IVG.

Tratamiento	Media	Desvío Standard	Mediana
10°/ 20°C	2,67	0,58	3,00
15°/ 25°C	9,67	0,58	10,00
20°/ 35°C	0,21	0,09	0,20

Los resultados del indicador IVG también muestran diferencias significativas según los diferentes tratamientos, dado que el estadístico de prueba presenta un valor de 7,20 ($p=0,0036$). Las comparaciones de a pares indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos 15°/ 35° C y 20°/ 35° C (Tabla 7, denotado con asterisco).

Tabla 7. Estadísticos de comparación de a pares para IVG

Tratamiento	20°/ 35° C	10°/ 20° C	15°/ 25° C
10°/ 20° C	1,80	--	--
15°/ 25° C	7,20*	1,80	--
20°/ 35° C	--	--	--

Observación: * significativa al 5%.

Con respecto al indicador T_{50} , el tratamiento que genera el mayor valor de T_{50} es 20°/35° C (Tabla 8).

Tabla 8. Valores descriptivos para T_{50} .

Tratamiento	Media	Desvío Standard	Mediana
10°/ 20°C	13,67	1,15	13,00
15°/ 25°C	4,00	0,00	4,00
20°/ 35°C	24,00	1,73	25,00

Las comparaciones de a pares indican que las diferencias significativas se generan entre el tratamiento 20°/ 35° C y 15°/ 35° C, (Tabla 9, indicado con asterisco) dado que el estadístico del test de Kruskal Wallis es 7,20 ($p=0,0036$).

Tabla 9. Estadísticos de comparación de a pares para T_{50}

Tratamiento	20°/ 35° C	10°/ 20° C	15°/ 25°C
10°/ 20° C	1,80	--	--
15°/ 25°C	7,20*	1,80	--
20°/ 35° C	--	--	--

Observación: * significativa al 5%.

En general, en la estimación de los índices se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de temperatura 25°/ 15° C y 35°/ 20° C. Los índices mejor ponderados ocurrieron en el rango de temperatura 25°/ 15° C. En este rango de temperatura, el tiempo necesario para alcanzar la germinación máxima (TMG) es de 4 días. La velocidad máxima de germinación (IVG) es 10 y T_{50} alcanzó un valor igual a 4.

Valor cultural de las semillas (VC) = Pureza · Poder Germinativo / 100

$$VC (25^\circ / 15^\circ C) = 94\% \cdot 96\% / 100 = 90,24\%$$

$$VC (20^\circ / 10^\circ C) = 94\% \cdot 80\% / 100 = 75,2\%$$

II.7. DISCUSIÓN

La interacción detectada entre la temperatura y luz en el porcentaje de germinación (Tabla 2) es debido, principalmente, a que a 20°/ 10 °C la germinación en oscuridad fue significativamente menor que en luz, mientras que a 35°/ 20° C la germinación en oscuridad fue mayor que en luz (Figura 2).

De estos dos factores la temperatura fue el más importante en el control de la germinación. Diferentes autores han destacado la importancia de la temperatura como el principal factor regulador del proceso de germinación (Bewley & Black, 1994; Pons, 2000; Trudgill *et al.*, 2005). Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron a 20°/10° C en luz y a 25°/15° C tanto en luz como en oscuridad permanente (Figura 2).

Cabe destacar que a 15°/ 5° C no se obtuvo germinación en luz ni en oscuridad (Figura 2). De lo anterior se desprende que la temperatura óptima de germinación para las semillas de *J. squarrosa* es de 25°/ 15° C. Patrones similares han sido reportados por Funes & Venier (2006) para tres especies del género *Acacia* y por Gurvich *et al.* (2008) para cuatro especies de cactáceas del género *Gymnocalycium* y por Funes *et al.* (2009) para 25 especies que crecen en diferentes comunidades de la región chaqueña. Teniendo en cuenta la temperatura óptima de germinación, el ciclo de crecimiento de *J. squarrosa*, se puede inferir que es una especie de crecimiento primavero–estival.

No se detectaron diferencias significativas en los porcentajes de germinación de *J. squarrosa* entre los diferentes tratamientos de luz. La germinación fue buena tanto con una relación R/RL de 4,47 (95,55 ± 1,11%) como con 0,15 (93,33 ± 1,92%).

Teniendo en cuenta que las semillas de *J. squarrosa* germinaron satisfactoriamente bajo diferentes calidades de luz (R/RL) y en oscuridad permanente se podría afirmar que la luz no se presenta como un factor limitante del proceso de germinación. Esto podría relacionarse con la presencia de esta especie,

principalmente, en el interior de los parches de bosque maduro en la región chaqueña (Cabido *et al.*, 1994). Allí la calidad de luz (relación R/RL) que llega al suelo es significativamente menor que en lugares abiertos como en los sitios perturbados (Tabla 3), cabe destacar que se han observado individuos de la especie en sitios perturbados pero siempre asociados a la copa de arbustos (G. Funes observación personal).

Se observaron diferencias significativas en los porcentajes de germinación de *J. squarrosa* bajo diferentes potenciales osmóticos (Figura 3). Por debajo de $-0,7\text{MPa}$ la germinación de *J. squarrosa* disminuyó significativamente, se observó un 11,07% de semillas germinadas y 2,2% a $-1,2\text{MPa}$. Es sabido que el estrés hídrico es un factor determinante en la germinación y supervivencia de plántulas en las regiones desérticas y semidesérticas (Kigel, 1995). Sin embargo, muchas especies que se presentan en esas regiones poseen respuestas muy diferentes a ese factor limitante. Por ejemplo, algunas especies leñosas poseen semillas con un alto umbral de tolerancia al estrés hídrico, como por ejemplo *Prosopis flexuosa* y *P. chilensis* ($-1,4\text{MPa}$ para ambas especies) (Cony & Trione, 1998) o *Sarcobatus vermiculatus* ($-1,65\text{MPa}$) (Dodd & Donovan, 1999). Por otro lado, se ha observado que algunas malezas de regiones áridas y semiáridas poseen una tolerancia intermedia ($-0,8\text{MPa}$) (Koger *et al.*, 2004) o baja ($-0,2\text{MPa}$) (Chachalis & Reddy, 2000) al estrés hídrico. A pesar de la caída significativa en los porcentajes de germinación por debajo de $-0,2\text{MPa}$, una pequeña fracción de semillas (11%) de *J. squarrosa* germinó a $-0,7\text{MPa}$, lo que indica que el genotipo de la especie posee una cierta plasticidad que le permite mantener la población en períodos con déficit hídrico.

La mayor velocidad de germinación ocurre en el rango de temperatura $25^{\circ}/15^{\circ}\text{C}$, lo cual según Peretti (1994) es una expresión de mayor vigor de las semillas. Por otra parte, los índices estimados apoyan la afirmación de que la temperatura óptima para la siembra, emergencia y establecimiento de las plántulas es de $25^{\circ}/15^{\circ}\text{C}$. En este rango de temperatura el tiempo medio de germinación fue de 4 días; el percentil 50 de semillas germinadas se obtuvo a los 4 días (T_{50}) y la velocidad de germinación fue alta, igual a 10.

El valor de T_{50} igual 4, muestra un corto tiempo de germinación, lo cual es coincidente con las afirmaciones de Dubrosky (1996) y Sánchez-Soto *et al.* (2005) que exponen que las semillas de especies que colonizan ambientes secos presentan

tiempos breves de germinación, que asegura un incremento en la probabilidad de supervivencia de las plántulas.

Si bien *J. squarrosa* presentó un buen comportamiento de germinación en el rango de 20°/10° C como en el de 25°/ 15° C, tanto en los ensayos de luz, oscuridad y para diferentes relaciones de R/RL, el rango de temperatura de 25°/ 15° C presenta las mejores ponderaciones de los índices, lo cual estaría indicando que este rango es el que satisface los requerimientos óptimos para promover el ciclo de domesticación y cultivo de la especie.



BANCO DE SEMILLAS

III. 1. INTRODUCCIÓN

La formación de un banco de semillas en el suelo constituye un mecanismo de permanencia de las comunidades vegetales (Henderson *et al.*, 1988; De Souza *et al.*, 2006). Es importante en la dinámica poblacional de las especies (Milberg, 1992; Boccanelli & Lewis, 1994; Bakker *et al.*, 1997; Morgan, 1998; Favreto *et al.*, 2000; Maia *et al.*, 2003; 2004) y su conocimiento permite abordar trabajos de recuperación de especies y comunidades naturales, así como efectuar manejo de las comunidades vegetales de las áreas agrícolas, en las cuales la persistencia de las especies anuales con respecto a las perennes es mayor y soportan mayor cantidad de disturbios (Partyal, 2002; De Souza *et al.*, 2006).

La regeneración de una comunidad disturbada, a partir del banco de semillas, es un aspecto importante de la resiliencia del sistema (Leps *et al.*, 1982), debiendo considerarse como características importantes la densidad del banco de semillas; la relación entre banco de semillas y de la vegetación establecida y la persistencia de las semillas en el suelo. Todas estas características están influenciadas por factores climáticos; la estructura, composición química y el régimen de humedad del suelo, entre otros (Cavers & Benoit, 1989; Kinucan & Smeins, 1992; Semenova & Onipchenko, 1994; Karou & Tilman, 1996; Villalba & Veblen, 1998; Oosterheld *et al.*, 2001).

La formación de un reservorio de semillas en el suelo (banco de semillas) de las especies vegetales, es una característica de gran importancia a la hora de mantener año a año, las poblaciones y/o regenerar las mismas luego de un disturbio. Este proceso comienza con la dispersión y finaliza con la germinación o muerte de las mismas (Harper, 1977; Bakker & Berendse, 1999; Funes *et al.*, 1999 a). La incorporación de las semillas al suelo en un área particular, obedece a diferentes factores como la altura, distancia y distribución de la fuente de semillas; capacidad de dispersión de las mismas y del tamaño de la semilla (Harper, 1977; Funes *et al.*, 1999b, Peco *et al.*, 2003).

La dispersión de las semillas está relacionada en forma exclusiva a las siguientes características de las semillas: producción de semillas; forma de transporte; período de dispersión; distancia de dispersión, e índice de semillas dispersas

(Mortimer, 1974; Glenn–Lewin *et al.*, 1992). Las plantas herbáceas tienen gran capacidad colonizadora y la dispersión de sus semillas se asocia a estrategias tales como semillas pequeñas; índices de crecimiento altos; dormición forzada dependiendo de la profundidad de entierre; bajo índice de deterioro de las semillas; curva de dispersión ascendente; defensa contra predadores de las semillas; restringida capacidad competitiva (Cook, 1980), además de la estrategia de distribución de la germinación en el tiempo (Mayer & Poljakoff–Mayber, 1989).

En la Tabla 10, se consignan los valores de los pesos de algunas semillas de especies del Chaco Árido argentino, que presentan semillas pequeñas y que son persistentes en el banco de semillas (Funes *et al.*, 2009). En el caso de *J. squarrosa* el peso de 100 semillas de es $0,8g \pm 0,01$ (Capítulo II).

Tabla 10. Peso de las semillas de algunas especies del Chaco Árido argentino (Extraído de Funes *et al.*, 2009).

Especie	Familia	Forma de vida	Peso (mg)
<i>Bidens pilosa</i>	<i>Asteraceae</i>	Herbácea anual	1,63
<i>Desmodium uncinatum</i>	<i>Fabaceae</i>	Herbácea perenne	7,10
<i>Eryngium horridum</i>	<i>Apiaceae</i>	Herbácea perenne	1,89

Por otra parte, se ha propuesto una clasificación del banco de semillas en relación la viabilidad de las semillas en el suelo, la cual comprende dos categorías: banco de semillas transitorio y banco de semillas persistente. Además, la sistematización de estas categorías en función de los estudios morfofisiológicos de las semillas origina a su vez cuatro tipos secundarios - Tipo I; Tipo II; Tipo III; Tipo IV- (Thompson & Grime, 1979).

El banco de semillas persistente funciona como un tipo de memoria genética de la población y juega un papel importante en la regeneración y dinámica de la comunidad (Brown & Venable, 1986; Levin, 1990), es aquel en el cual se encuentran semillas viables por más de un año, en tanto que el banco de semillas transitorio es aquel donde se encuentran semillas viables dentro del año (Thompson & Grime, 1979).

La dinámica de las poblaciones de semillas en el suelo depende de múltiples factores como la densidad de la lluvia de semillas; predadores de semillas y los factores físicos y químicos que afectan la supervivencia y dormición de las semillas (Roberts, 1981; Baskin & Baskin, 1989; Thompson, 1992; Fenner & Thompson, 2005).

Las semillas de muchas especies pueden sobrevivir en el suelo durante períodos largos, disminuyendo la densidad de semillas viable en forma exponencial cuando la lluvia de semilla no ocurre (Roberts & Feast, 1973; Roberts, 1981; Williams, 1984; Márquez *et al.*, 2002).

En hábitats no disturbados, las semillas de algunas especies, permanecen en la superficie o cerca de ella y germinan rápidamente cuando obtienen las condiciones adecuadas (Roberts, 1986), particularmente ocurre esta situación cuando las especies son abundantes (Chippendale & Milton, 1934). Las semillas de estas especies no poseen dormición y pueden formar un banco de semillas transitorio (Thompson & Grime, 1979; Grime, 1979) y se convierten en vulnerables en una situación de eliminación de la vegetación (Brown & Oosterhuis, 1981; Fenner, 1985).

En el hemisferio norte, las especies de pastizales templados son comunes en el stock de la vegetación y muestran baja cantidad de semillas o están ausentes en el banco de semillas (Chippendale & Milton, 1934; Champness & Morris, 1948; Major & Pyott, 1966; Abrams, 1988; D' Angela *et al.*, 1988; Baker, 1989). Ocurre lo mismo en las comunidades de pantanos con fluctuación estacional de los niveles de agua (Keddy & Reznicek, 1982; Parker & Leck, 1985; Leck & Simpson, 1987) y en los bosques abiertos de la región del Monte, correspondientes a climas áridos (Peralta & Rossi, 1997). En las montañas de los Andes Peruanos – Bolivianos y montañas templadas del centro y noroeste de Argentina se comporta en forma similar *Lachemilla pinnata*, una especie común en los pastizales de las montañas del centro de Argentina (Funes *et al.*, 1999 b).

Justicia squarrosa Griseb. (*Acanthaceae*) es una especie forrajera presente en el estrato herbáceo en los bosques, matorrales y pastizales naturales del Chaco Árido (Morello *et al.*, 1985), en donde constituye un importante componente en la dieta del ganado, en especial en las épocas de escasez de agua (Burkart, 1943; Fumagalli *et al.*, 1987; Miñon *et al.*, 1991). Estos bosques vienen sufriendo la presión del hombre desde hace mucho tiempo, es por ello que en la actualidad el mismo se presenta como una matriz heterogénea en donde alternan parches de bosque relativamente bien

conservados y parches de bosque modificado, donde solo quedan algunos emergentes bajos del estrato arbóreo y el estrato arbustivo aparece como el dominante. Además, se observa una gran proporción de suelo descubierto (Biurrun, 1988; Cabido *et al.*, 1994; Zak & Cabido, 2002; Quiroga *et al.*, 2009). Si bien *J. squarrosa* puede formar parte de diferentes comunidades vegetales, resulta más frecuente encontrarla en el interior de los bosques (Cabido *et al.*, 1994). A pesar de la importancia de *J. squarrosa*, hasta el presente se desconoce su capacidad para formar reservorios de semillas en el suelo, aspecto de suma importancia para el mantenimiento de sus poblaciones.

Con el fin de obtener información básica que permita establecer estrategias de domesticación y propagación de la especie, el **objetivo** del presente capítulo fue evaluar el banco de semillas de la especie.

III.2. HIPÓTESIS

Considerando que las semillas de *Justicia squarrosa* tienen como características alta viabilidad en el tiempo (a los 48 meses se observó el 90% de viabilidad) y el tamaño pequeño de las mismas, se sostiene que la especie forma bancos de semillas persistentes.

III.3. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar el banco de semillas de la especie.

III.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la densidad del banco de semillas.
- Estudiar la variación anual del banco de semillas.
- Determinar si el banco de semillas es transitorio o persistente.
- Evaluar la capacidad de las semillas para permanecer viables en el tiempo.

III.5. MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo del Ensayo

Las muestras de suelo se colectaron en cuatro sitios ubicados en el área de estudio ($30^{\circ} 58' 08,4''$ S; $65^{\circ} 51' 02,1''$ O y $30^{\circ} 58' 10,5''$ S; $65^{\circ} 51' 2,7''$ O), en los cuales se encontraron poblaciones de la especie con una densidad superior a 30 plantas/m². En cada uno de ellos, se tomaron 25 (veinticinco) muestras de los primeros 5cm de suelo con un sacabocado de 10cm de diámetro y una superficie de 78,53cm².

Las muestras se tomaron en dos momentos del año: en otoño, una vez finalizada la lluvia de semillas y en la primavera, previo al inicio de una nueva producción de semillas (Milberg, 1995).

El día después del muestreo, cada muestra fue desmenuzada a mano, colocada en una bandeja de plástico y puestas a germinar en invernadero a una temperatura día / noche de 25° - 30°/ 14°, según el método de germinación descrito por Funes *et al.* (1999a y 2003). Las muestras se mantuvieron húmedas (capacidad de campo) aplicando agua destilada con pulverizador.

La emergencia de las plántulas se observó diariamente, determinando si las plántulas emergidas correspondían a *J. squarrosa* u a otra especie. Una vez realizado el conteo de plántulas, las mismas se eliminaban de la bandeja.

Se consideró plántula al embrión desarrollado como consecuencia de la germinación, es decir el individuo con el o los cotiledones desplegados en su totalidad sobre el sustrato de germinación (Font Quer, 1993).

La duración del ensayo abarcó un periodo de 45 días. Cuando cesó la emergencia de plántulas, se removió el suelo para determinar si quedaban semillas remanentes sin germinar de *J. squarrosa*.

En cada fecha de muestreo se calculó la densidad total de semillas de *J. squarrosa* (N° de semillas/ m²). La superficie se expresó en m² a fin de asegurar la comparabilidad de la muestra con otros estudios.

La capacidad germinativa en el tiempo se estudió utilizando semillas cosechadas en el año 2004, almacenadas en bolsas de papel madera y conservadas

en laboratorio a temperatura ambiente ($20 \pm 5^\circ \text{C}$), en oscuridad (Koger *et al.*, 2004) por 12, 24 y 48 meses. Éstas se colocaron en cápsulas de Petri con papel de filtro humedecido y se incubaron a 25°C (12/12 h luz/ oscuridad) durante 30 días.

Análisis de datos

La densidad de semillas presentes en las muestras de suelo de otoño y primavera se analizaron mediante un test de comparación de medias o su equivalente no paramétrico si los datos no cumplieren con el supuesto de normalidad (Sokal & Rolf, 1995).

Se consideró que la especie forma banco de semillas transitorio, si la misma presenta semillas viables sólo en otoño; mientras que si se observaban semillas viables tanto en otoño como en primavera, el banco de semillas se clasifica como persistente (Funes *et al.*, 2003).

Los datos correspondientes a los experimentos de la capacidad germinativa en el tiempo, se analizaron mediante ANAVA y un LSD ($p=0,05$) como test *a posteriori*, transformando previamente los datos de porcentaje de germinación a arco seno para estabilizar las varianzas (Sokal & Rolf, 1995).

III.6. RESULTADOS

La densidad de semillas de *J. squarrosa* fue baja, independientemente de la fecha de muestreo. Sólo pudo determinarse la densidad de semillas de *J. squarrosa* en dos fechas de muestreo (Tabla 11).

Tabla 11. Densidad de semillas por m^2 de *J. squarrosa* (Media \pm DS) encontradas en el banco según fechas de muestreo

FECHAS		
20/08/06	07/05/07	22/11/07
25,5 \pm 63,7	0	5 \pm 25,5

Además, de *J. squarrosa* el banco de semillas muestreado presentó 9 especies y 7 familias. La tabla 12 muestra los valores de densidad de semillas en el suelo por especie.

Tabla 12. Densidad de semillas del banco de otras especies en el área de estudio (Semillas/ m²) según fechas de muestreo (n= 25).

Especie	Familia	Media ± DS		
		20/08/06	07/05/07	22/11/07
<i>Setaria macrostachya</i>	Gramineae	244,4 ± 210,9	0	112,1 ± 157,3
<i>Cercidium praecox</i>	Leguminosae	0	0	5,1 ± 25,5
<i>Prosopis</i> spp.	Leguminosae	20,4 ± 60,2	0	5,1 ± 25,5
<i>Capsicum chacoense</i>	Solanaceae	10,2 ± 50,9	0	0
<i>Lycium</i> spp.	Solanaceae	0	0	0
<i>Morrenia odorata</i>	Asclepiadaceae	0	0	61,1 ± 111
<i>Bromelia urbaniana</i>	Bromeliaceae	10,2 ± 50,9	0	15,3 ± 56
<i>Abutilon</i> spp.	Malvaceae	0	0	40,7 ± 145,7
<i>Commelina</i> spp.	Commelinaceae	0	0	15,3 ± 56

Tabla 13. Emergencia de plántulas (media ± DS) de *J. squarrosa*, según periodo de muestreo

Período		
(20/08/06)	(07/05/07)	(22/11/07)
0,2 ± 0,5	0	0,04 ± 0,2

Justicia squarrosa mostró una alta viabilidad de sus semillas en el tiempo. Si bien se observaron diferencias significativas de germinación en la comparación de los diferentes tiempos de almacenamiento, al cabo de 48 meses, aun se observó un porcentaje de germinación alto (90%) de germinación de sus semillas (Tabla 14).

Tabla 14. Porcentaje de germinación de semillas de *J. squarrosa* para cada periodo de almacenamiento.

Germinación (%)	Período de almacenamiento (meses)				P
	3	12	24	48	
	97,77 ± 1,13ab	100a	94,44 ± 1,11b	90,00 ± 1,93c	0,0016

Letras distintas indican diferencias significativas (p< 0,05).

III.7. DISCUSIÓN

J. squarrosa presenta características típicas de las especies que forman bancos de semillas como cuerpo herbáceo (planta herbácea); semillas pequeñas; bajo índice de deterioro de las semillas (dado por el alto porcentaje de viabilidad en el tiempo), sin embargo, no formó banco de semillas (Tabla 11). La escasa presencia de semillas en el suelo puede deberse a otros factores como la poca producción, la predación pre y post dispersión, o el gran poder de germinación enunciado precedentemente, entre otros.

Los resultados del Capítulo II, muestran que las semillas de la especie no poseen dormición, indicando los índices de germinación una alta velocidad y poder germinativo. En función de ellos, puede considerarse que estos aspectos son componentes de una estrategia de la especie en relación con la persistencia en la comunidad que le permite establecerse rápidamente durante la temporada en que los factores para la germinación como la disponibilidad de humedad y temperatura, no son limitantes.

La densidad de semillas en el suelo fue muy baja. La mayor densidad se registró cuando el muestreo fue realizado después de la diseminación, lo cual ocurre durante el otoño. Este aspecto puede atribuirse a la coincidencia de los muestreos con el periodo de sequía prolongado que pasaba la región durante los muestreos, lo cual puede haber influido en la baja producción de semillas. Este hecho, según Villalba & Veblen (1998) y Oesterheld *et al.* (2001) también afecta la emergencia y distribución de las plántulas; la supervivencia de las plantas adultas y el desarrollo del área foliar, reduciendo la producción de la comunidad en la estación de crecimiento siguiente.

Por otra parte, la sequía causa una escasez de forraje y ello conlleva a que el ganado consuma durante el pastoreo gran parte de las plantas incluyendo las estructuras reproductivas, esta situación de sobrepastoreo es referida para el área del Chaco Árido de La Rioja por Quiroga *et al.* (2009), lo cual según Grime (1979) y Kinucan & Smeins (1992) afecta la densidad, composición y persistencia de las semillas en el banco.

También puede haber ocurrido que las semillas se encontraran retenidas en el mantillo y como esta porción se eliminó de las muestras de suelo, también se eliminaron las mismas, lo cual es coincidente con lo observado por Márquez *et al.*

(2002) en relación al estudio del banco de semillas de los pastizales de la Provincia de Córdoba – Argentina.

La ausencia de semillas en el banco, es citado por Chippendale & Milton (1934); Champness & Morris (1948); Major & Pyott, (1976); Abrams (1988); D' Angela *et al.* (1988); Baker (1989) para especies dominantes, cuyas poblaciones son abundantes, las cuales son vulnerables cuando se elimina la vegetación (Brown & Oosterhuis, 1981; Fenner, 1985). Considerando que *J. squarrosa* se encuentra más frecuentemente en el interior de parches correspondientes a Chaco Árido (Cabido *et al.*, 1994) y que actualmente esta región ecológica se encuentra fuertemente degradada por la presión de diferentes actividades del hombre (Biurrun, 1988; Cabido *et al.*, 1994; Zak & Cabido, 2002) la persistencia de la especie debería considerarse en condición de vulnerabilidad.

La ausencia de un reservorio de semillas en el suelo puede dificultar las actividades de conservación *in situ* de la especie. Por otra parte, frente a un disturbio severo, la ausencia de un banco de semillas puede ocasionar la extinción local de la especie (Fenner & Thompson, 2005). Por esta razón, resulta conveniente planificar estrategias de conservación *ex situ* de *J. squarrosa* (Phartyal *et al.*, 2002). Para ello, son necesarios futuros experimentos en donde se evalúen la temperatura y humedad óptimas que garanticen la perpetuidad de la especie en bancos de germoplasma (Phartyal *et al.* 2002).

Justicia squarrosa mostró una alta viabilidad de sus semillas en el tiempo. Al cabo de 48 meses se observó un 90% de germinación de sus semillas (Tabla 14).

Como se ha observado en otras especies, esta viabilidad a largo plazo le podría conferir la posibilidad de formar bancos de semillas en el suelo (Fenner & Thompson, 2005), siendo este aspecto relevante ya que la formación de un banco de semillas podría amortiguar la pérdida de individuos en períodos desfavorables (Funes *et al.*, 1999b; Fenner & Thompson, 2005). Sin embargo, por las razones expuestas anteriormente es probable que otros factores actúen como agentes condicionantes para la formación de un reservorio en el suelo.

Si bien a los 48 meses de almacenamiento en laboratorio se evidenció una disminución en los porcentajes de germinación, éste alcanzó un valor de 90%. Este dato resulta sumamente importante a la hora de establecer estrategias de conservación *ex situ* de la especie (Phartyal *et al.*, 2002).



CAPÍTULO IV

Discusión y Conclusión General

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERAL

IV.1. DISCUSIÓN

En relación al objetivo general de la tesis, este capítulo analiza los resultados obtenidos en la misma en torno a la formulación de estrategias para establecer la domesticación y la propagación bajo cultivo de *J. squarrosa* en la región Chaqueña.

Los resultados obtenidos se examinan adoptando la secuencia propuesta por Raguse *et al.* (1970) y Carámbula (1998) que consideran que la instalación de una pastura reúne tres etapas: germinación, emergencia y establecimiento de las plántulas, las cuales dependen de los aspectos relacionados con el comportamiento de las semillas (poder germinativo - requerimientos para germinar -viabilidad - métodos de conservación) y tecnologías de manejo para el establecimiento (preparación del suelo; épocas, densidades, profundidad y métodos de siembra), comparándolo en forma equivalente con los parámetros de cultivo establecidos para las especies dicotiledóneas cultivadas como pasturas tales como *Medicago sativa* y *Trifolium repens*, dada por la similitud de *J. squarrosa* con estas especies, originada en la clasificación de la especie como sufrútices y la morfología de las semillas.

Entre los requerimientos de germinación, la temperatura es el principal factor de control. El origen de *J. squarrosa* está asociada a un ambiente con veranos húmedos e inviernos secos (Capítulo I, Tabla 1), presentando un valor alto de germinación (96%) en el rango de temperatura 25°/ 15° C tanto en luz como en oscuridad. Según lo expresado por Carámbula (1998) los porcentajes adecuados de germinación para las semillas de especies forrajeras deben ser superiores al 80%, lo cual constituye el primer rasgo de la especie que permite especular con la posibilidad de cultivo. El alto porcentaje de germinación es respaldado por los índices de vigor, ello permite ubicar a la especie como una probable pastura subtropical, y en principio, la siembra debería efectuarse en primavera.

La especie exhibe un comportamiento indiferente a la luz, asociado con la ubicación natural de la misma bajo el dosel. La reproducción de una cubierta protectora es una situación costosa para áreas extensas y es un despropósito económico para cultivo de pasturas. En virtud de ello, la siembra en una superficie con desmonte, debería efectuarse durante períodos de ocurrencia de las temperaturas 20°/ 10° C, en la cual el porcentaje de germinación aun se mantiene en 80%. Estas temperaturas en la región del Chaco Árido, tienen mayor probabilidad de ocurrencia en

la primavera o a principios del otoño. La siembra en estas estaciones evitaría que las plántulas enfrenten situaciones de estrés provocado por fuertes irradiaciones durante la fase de establecimiento del cultivo.

La opción de cultivo a través de la siembra localizada en los parches boscosos, colocando el área en situación de descanso, permitiría desplazar la siembra a mediados o finales de la primavera en coincidencia con las temperaturas óptimas requeridas por la especie. Sin embargo, esta opción no es una práctica muy exitosa entre los productores porque requiere el cierre de áreas que suponen la práctica de pastoreo continuo y demanda una gran disponibilidad tiempo; esfuerzo individual y dinero para la compra de materiales de apotreramiento. También debe considerarse que esta opción requiere un estudio de la ecología de la especie para determinar las especies con las cuales se asocia en el bosque, lo cual servirá para establecer los sitios de siembra a fin de evitar posibles situaciones de alelopatía.

En relación a los requerimientos hídricos, la primavera presenta déficit hídrico y la especie presenta disminución acentuada del porcentaje de germinación a medida que se incrementa el estrés osmótico (11,07% a -0,7Mpa; 2,2% a -1,2Mpa). En estas circunstancias si el cultivo se establece en seco, es aconsejable la siembra a finales del verano (Marzo) para asegurar una buena dotación de agua que garantice la germinación, emergencia y establecimiento de las plántulas.

Otra posibilidad de siembra, con mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones, se origina a mediados de la primavera, coincidente con el comienzo del mes de noviembre, sin embargo a partir de esta fecha los valores de la temperatura fluctúan de manera ascendente, superando el valor óptimo establecido para la especie, poniendo en riesgo la germinación, lo cual puede observarse si se considera el rango de temperatura 35°/ 20° C, en el cual el porcentaje de germinación desciende a 13,3%; el tiempo necesario para alcanzar la germinación máxima –TMG– es de 25 días; el valor de T50 es 24 y la velocidad de germinación está representada por un valor muy bajo (IVG = 0,2).

No obstante ello, es aconsejable precisar este aspecto mediante un estudio más puntual de la capacidad de las semillas de retención de agua absorbida para iniciar el proceso germinativo y garantizar el establecimiento de la plántula.

La alta viabilidad de las semillas permite inferir que las mismas se pueden almacenar por un período de hasta 4 años, sin afectar el porcentaje de germinación. Si

a ello se suma la característica tamaño pequeño (0,3cm de Φ) que sugieren una menor probabilidad de daños de predadores o agentes patógenos, puede mencionarse como posibilidad la siembra previa a la ocurrencia de lluvias.

El tamaño pequeño de las semillas indica que el terreno para siembra requiere labores que aseguren una buena cubierta de la semilla y un mejor contacto suelo – semilla (Carámbula, 1998).

En base a lo expresado en el párrafo precedente, puede recomendarse desarrollar labranza para cosecha de agua durante la temporada estival y la siembra al final del verano. El barbecho permitirá la recarga de agua en el perfil, incorporación de materia orgánica y la formación de macroporos, garantizando un suministro continuo de agua para permitir la implantación y desarrollo vegetativo del cultivo.

La profundidad de siembra se establece en relación al tamaño de las semillas, la cual se considera igual a 2,5 veces el diámetro de la semilla (Pezzani, 2009), como la especie tiene semillas pequeñas de 0,3cm de diámetro, la profundidad de siembra será aproximadamente 0,75cm ~ 1cm. Ello es similar a la profundidad de siembra recomendada para *Trifolium repens* (trébol blanco) cuya valor es de 1cm a 1,5cm (Carámbula, 1998).

En relación al tamaño pequeño de las semillas y teniendo como objetivo de cultivo la producción de forrajes, el método de siembra en principio debería ser de labranza convencional, ya que para *Medicago sativa* la siembra sobre rastrojos verifica problemas de implantación y presenta dificultades de manejo de la maquinaria por atasco de los trenes de siembra (Formoso, 2007). No obstante ello, para *J. squarrosa*, los rastrojos en el terreno podrían ofrecer ventajas de protección del cultivo a la radiación y evitar la formación de costras o planchado del suelo. Este aspecto requiere un estudio particular que incluya ensayos a campo para precisar la técnica óptima de labranza.

La siembra podría hacerse al voleo o en líneas. La siembra en líneas presentaría una mejor alternativa para el establecimiento del cultivo, ya que permite la distribución uniforme de las semillas, control de la profundidad de siembra y un mejor contacto de las semillas con el suelo. Torres Carbonell (2009) indica que la siembra en líneas presenta una densidad de implantación “razonable” para especies leguminosas como pasturas (100 plantas/ m²). No obstante este análisis, este aspecto al igual que el anterior demanda un estudio más exhaustivo.

Por otra parte, Bruno (2006) explica que la siembra de pasturas debe hacerse a altas densidades para cubrir la superficie del suelo en forma rápida para evitar suelo desnudo y el establecimiento de otras plantas que constituyan competencia. Considerando el parámetro de densidad de implantación del cultivo mencionado en el párrafo anterior y el VC para el rango de temperatura 20°/ 10° C, la densidad teórica para este lote de semillas de *J. squarrosa* es de 10,6Kg/ ha. Ello constituye un valor lógico considerando que para *M. sativa* se recomienda densidades de 10Kg/ ha (Carámbula, 1998). Por otra parte, Peretti (1994) recomienda sumar al valor teórico de densidad de siembra un porcentaje entre el 10% – 20% para compensar las pérdidas esperadas en la siembra. En base a ello, con la suma del 10%, el valor de densidad de siembra para este lote debería ser de 11Kg/ ha.

Podría considerarse la posibilidad de establecer el cultivo en la modalidad de interseembra, lo cual permitirá desplazar las alternativas de siembra para el mes de febrero. En general, en la región del Chaco Árido riojano, los productores siembran en esta época maíz la asociación del cultivo de *J. squarrosa* con este cultivo actuaría como protector de la primera especie hasta que culmine la etapa vegetativa.

La falta de formación de un banco de semillas no contribuye a la regeneración natural de la especie, por lo que deberá resembrarse para lograr el mantenimiento del cultivo.

A pesar de haber enunciado algunos criterios para la implantación, es recomendable efectuar los ensayos del cultivo para tener la certeza de las estrategias establecidas precedentemente.

IV.2. CONCLUSIÓN

En base a los objetivos planteados en la presente Tesis se puede concluir que:

De acuerdo a lo observado en el Capítulo II de la presente Tesis se puede decir que para *J. squarrosa* la temperatura es el factor más importante en el control de la germinación. La temperatura óptima para desencadenar el proceso de germinación es de 25°/ 15° C, la cual es respaldada por los valores de TMG; IVG y T_{50} estudiados. En este rango de temperatura el tiempo medio de germinación es de 4 días; T_{50} indica que la germinación del 97% de las semillas de la muestra ocurrió en un tiempo de 4

días con una alta velocidad de germinación (IVG = 10). Además, semillas de la especie germinaron en un amplio rango de termo-períodos (entre 20°/10°C y 35°/ 20° C).

La especie no presenta requerimientos específicos de luz. Exhibió altos porcentajes de germinación para la relación R/ RL= 4,47 (95,55 ± 1,11%) como para la relación R/ RL= 0,15 (93,33 ± 1,92%) y no se presentaron diferencias significativas con los valores observados para luz blanca (97,73 ± 1,13%).

Los porcentajes de germinación se redujeron gradualmente con la disminución del potencial osmótico, los valores oscilaron desde 85% a -0,2MPa; 11,07% a 0,7MPa y 2,2% a 1,2MPa. No obstante ello, la germinación de un porcentaje reducido de semillas a un potencial de 1,2MPa, indica que el genotipo de la especie posee un grado de plasticidad que permite mantener la población en periodos con déficit hídrico.

Las semillas tienen alta viabilidad, al cabo de 48 meses se observó el 90% de germinación.

Los resultados del Capítulo III permitieron corroborar que a pesar del tamaño pequeño de las semillas y la alta viabilidad, la especie no forma banco de semillas. Este aspecto es de gran importancia ya que la formación de un reservorio de semillas en el suelo aseguraría la perpetuidad de la población en periodos desfavorables.

Considerando la sincronización de la temperatura y el suministro continuo de agua, estas reflejan una conjunción en el periodo del año ubicado correspondiente al comienzo del otoño, durante el cual en el ambiente natural se aseguran ambas condiciones para la germinación de las semillas y emergencia de las plántulas, maximizando el establecimiento y supervivencia de las mismas. En virtud de ello, el comienzo del otoño es el período más indicado para desarrollar la siembra.

Los resultados de esta Tesis aportan conocimiento novedosos acerca de la biología de *J. squarrosa*, importante especie forrajera del Chaco Árido de Argentina. Sin embargo, numerosos aspectos quedan aun sin conocer. La presente Tesis pretende ser la base para futuros estudios tendientes a la domesticación y propagación de esta relevante especie.





CAPITULO V
Bibliografía

V. BIBLIOGRAFÍA

- Abrams, M. D. 1988. Effects of burning regime on buried seed banks and canopy coverage in Kansas tallgrass prairie. *Southwestern Naturalist*. 33: 65 – 70.
- Alemanno, G.; Lerda, S.; Oviden, E.; Vagliendo, C.; Valiente, P., & C. A. Biasutti, 2003. Heterosis en ensayos de calidad de semilla en híbridos experimentales de maíz. *Basic and Applied Genetics*, XV, Supplement 2, pp. 124.
- Ariza Espinar, L. 1971. Las Especies de *Justicia* (*Acanthaceae*) del Centro de Argentina. *Kurtziana*. 6: 77 – 101. Museo Botánico. F. C. E. F y N. – U. N. C. Córdoba. Argentina.
- Baker, H. G. 1978. *Plants and Civilization*. 3era. Edición. Wadsworth. Belmont, California.
- Bakker, J. P. 1989. *Nature management by grazing and cutting*. Kluwer Acad. Publ. London. 440 pp.
- Bakker, J. P.; Bakker, E. S.; Rosen, E. & G. L. Verweij. 1997. The soil seed bank of undisturbed and disturbed dry limestone grassland on Öland (Sweden). *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*. 6: 9 – 18.
- Bakker, J. P. & F. Berendse. 1999. Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heath land communities. *Trends in Ecology and Evolution*. 14, Nº 2: 63 – 68.
- Barceló Coll J.; Nicolás Rodrigo, G.; Sabater Garcia, B. & R. Sánchez Tamés 2001. "Fisiología Vegetal". Ediciones Pirámide. Madrid. España.
- Baskin, C. C. & J. M. Baskin. 1998. *Seed. Ecology, Biogeography and evolution of Dormancy and Germination*. San Diego, Academic Press. Pp.666.
- Bell, D.; Plummer, P. & S. Taylor. 1993. Seed germination ecology in southwestern Western Australia. *Bot. Rev.* 76: 24 – 73.

- Bell, D. 1994. Interaction of fire, temperature and light in the germination response of 16 species from the *Eucalyptus marginata* forest of south – Western Australia. *Aust. J. Bot.* 42: 501 – 509.
- Bell, D.; Rokich, D.; Mc Chesney, C. & J. Plummer. 1995. Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. *J. Veg. Sci.* 6: 797 – 806.
- Benech-Arnold, R. L.; Fenner, M. & P. J. Edwards. 1992. Changes in dormancy level in *Sorghum halepense* seeds induced by water stress during seed development. *Functional Ecology* 6: 596-605.
- Bewley, J. D. & M. Black. 1994. Dormancy and the control of germination. *Seeds. Physiology of development and germination.* Academic Press, New York. 199 – 267.
- Biasutti, C. A. & V. Galiñanes, 2001. Influencia del ambiente de selección sobre la germinación de semillas de maíz (*Zea mays* L.) bajo estrés hídrico. Relaciones entre caracteres de plántula con el rendimiento a campo. *Agriscientia.* Vol. XVIII: 37-44.
- Biurrún, F. N. 1988. La Región de Los Llanos. El Deterioro del Ambiente en la Argentina. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Bs. As. Argentina.
- Bliss, R. D.; Platt-Aloja, K. A. & W. W. Thompson. 1986. The inhibitory effect of NaCl on barley germination. *Plant, Cell and environment.* 9: 727 – 733.
- Blum, A. 1988. *Plant Breeding for stress environments.* CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA. p. 213.
- Boccanelli, S. I. & J. P. Lewis. 1994. The seed bank of old pampean prairie and its relation with the standing vegetation. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira.* 29: 1833 – 1840.
- Bradford, K. J. 1995. Water relations in seed germination. Chapter N°13 351-396. En: *Seed Development and Germination.* Editado por J. Kigel y G. Galili.

- Braga, L.; Pereira Sousa, M.; Dos Santos Cesaro, A.; Pace Pereira Lima, G. & A. Gonçalves. 2008. Germinação de sementes de pinho - cuiabano sobdeficiência hídrica com diferentes agentes osmóticos. *Scientia Forestalis*. Vol. 36; Nº 78. Pp. 157 – 163. Piracicaba.
- Brown, A. H. F. & L. Oosterhuis. 1981. The role of buried seeds in coppicewoods. *Biol. Conserv.* 21: 19 – 38.
- Brown, J. S. & Venable, D. L. 1986. Evolutionary ecology of seed bank annuals in temporally varying environments. *Am. Nat.* 127: 31 – 47.
- Bruno, O. 2006. Jornadas de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas. Sumidea S. A.
- Burkart, A., 1943. Acantáceas Indígenas como Forrajeras de Emergencia. *Darwiniana*. 1. 6. No 2. Córdoba. Argentina.
- Cabido, M.; Manzur, A.; Carranza, L. & C. González Albarracín, 1994. La vegetación y el medio físico del Chaco Árido en la provincia de Córdoba, Argentina. *Phytocoenologia* 24: 423-460.
- Cabrera, A. 1976. Regiones Fitogeográficas de Argentina. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, 2 – (1): 1 – 85. 2da. Edición. Ed. ACME. Bs. As.
- Carámbula, M. 1998. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. pp- 275 – 327.
- Cavers, P. B. & D. L. Benoit. 1989. Seed banks in arable land. In: *Ecology of Soil Seed Banks* (eds M. Ick, P. Parker & R Simpson) pp 309 – 328. Academic Press, San Diego.
- Chachalis, D. & K.N. Reddy, 2000. Factors affecting *Campsis radicans* seed germination and seedling emergence. *Weed Science*. 48:212–216.
- Champness, S. S. & K. Morris. 1948. The population of buried viable seeds in relation to contrasting pasture and soil types. *J. Ecol.* 36: 149 – 173.

- Chimenti, C. A. 1982. Variabilidad intraespecífica y ontogénica en la capacidad de ajuste osmótico en girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis Magister Scientiae. Área: Producción Vegetal. UBA – INTA.
- Chippendale, H. G. & W. E. Milton. 1934. On the viable seeds present in the soil beneath pastures. *J. Ecol.* 22: 508 – 531.
- Cony, M. & S. Trione, 1998. Inter- and intraspecific variability in *Prosopis flexuosa* and *P. chilensis*: seed germination under salt and moisture stress. *J. Arid Env.* 40: 307-317.
- Conover, W.J. 1980. Practical nonparametric statistics. Ed John Wiley. 2da. Ed. Pág. 229.
- Cook, R. 1980. The biology of seeds in the soil. In: Solbrig, O. T. (ed). Demography and evolution in plant populations. Botanical Monographs. 15: 107 – 129.
- Copeland, L. O. & Mc Donald, M. B. 1995. Seed Sci. & Technol. Chapman and Hall. New York, NY. 409pp.
- Córdoba C. V. 1976. "Fisiología Vegetal". Reproducciones OFFSET Bárcena. Madrid. España.
- Corzo, R. 2005. Consultoría "Asistencia Técnica para la Formulación de la Estrategia de Desarrollo Rural de la Provincia de La Rioja". PROINDER.
- Crowley, R. H. & Buchanan, G. A. 1980. Response of *Ipomoea* spp. and smallflower Morningglory (*Jacquemontia tamnifolia*) to temperature and osmotic stresses. *Weed Science* 28 (1): 76-82.
- D'Angela, E.; Facelli, J. M. & E. Jacobo. 1988. The role of the permanent soil bank in early stages of a post agricultural succession in the Inland Pampa Argentina. *Vegetatio*. 74: 39 – 45. 0.
- Daws, M.; Burslem, D.; Crabtree, L.; Kirkman, P. & C. Mullins. 2002. Differences in seed germination responses may promote coexistence of four sympatric *Piper* species. *Funct. Ecol.* 16: 258 – 267.

- De, R. & R. K. Kar. 1995. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG 6000. *Seed Sci. & Technol.* 23: 301-308.
- De Souza, M.; Maia, F. C. & M. A. Pérez. 2006. Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia*. Vol. XXIII (1): 33 – 44.
- Díaz, R. J. 1977. Clasificación Local del Clima de la Provincia de La Rioja. UPLR.
- Díaz, S.; Cabido, M. & F. Casanoves. 1998. Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. *J. Veg. Sci.* 9: 113 – 122.
- Dias-Filho, M. B. 1996. Germination and emergence of *Stachytarpheta cayennensis* and *Ipomoea asarifolia*. *Planta Daninha* 14 (2): 118-126.
- Dirección General de Estadísticas y Sistemas de Información (DGEySI). 2006. Reseña estadística de La Rioja. La Rioja. Argentina.
- Dodd, G. & L. Donovan, 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *Am. J. Bot.* 83: 1146- 1153.
- Donoso, C. & A. Cabello. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Ciencias Forestales* 1: 31 – 41.
- Dubreucq, B.; Berger, N.; Vincent, N.; Boisson, M.; Caboche, M. & L. Lepiniec. 2000. The *Arabidopsis* AtEPR1 extensin - like gene is specifically expressed in endosperm during seed germination. *Pl. J.* 23: 643 - 652.
- Dubrovsky, J. G. 1996. Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication, *Am. J. Bot.* 83: 624 – 632.
- Edmond, J. B. & W. J. Drapala. 1958. The effect of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. *Proceeding of the American Society for Horticultural. Science* 71: 738 – 34.
- Ellis, R. & E. Roberts. 1978. Towards a rational basis for testing seed quality. En Hebblethwaite PD (Ed.) *Seed Production*. Butterworth. Londres, RU. pp. 605-636.

- Emmerich, W. E. & D. P. Hardegree. 1991. Seed germination in polyethylene glycol solution: effects of filter paper exclusion and water vapor loss. *Crop. Sci.* 31: 454 - 458.
- Esau, K. 1982. *"Anatomía de las Plantas con Semillas"*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos. Aires. Argentina.
- Ezcurra, C. 2002. El Género *Justicia* (*Acanthaceae*) en Sudamérica Austral. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. Nº 2. Vol. 89: 225 – 280.
- Favreto, R.; Medeiros, R. B. & V. D. D. Pillar. 2000. Composição do banco de sementes do solo de um campo natural sujeitos a intensidades de pastejo e posições de relevo. In: Reunião do grupo técnico regional do cone sul (Zona Campos) em melhoramento e utilização de recursos forrageiros das áreas tropical e subtropical, Guarapuava, Anais. Guarapuava. Pp. 233 – 235.
- Fenner, M. 1985. *Seed Ecology*. Chapman & Hall, London. 151 pp.
- Fenner, M. & K. Thompson, 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press. Cambridge, pp 250.
- Ferrando C., Biurrún, F.; Blanco, L.; Oriente, E.; Burghi, V. & D. Cabral. 1997a. "Parámetros Nutritivos de Latifoliadas Nativas del Chaco Árido: Otoño, Invierno y Primavera 1997". INTA-EEA La Rioja, IZA-Univ. Nac. de La Rioja y Cambio Rural-La Rioja. La Rioja. Argentina.
- Ferrando C., Burghi, V.; Oriente, E.; Biurrún, F. & L. Blanco. 1997b. "Parámetros Nutritivos Comparativos de Gramíneas y Latifoliadas Nativas de la Subregión Médanos y Afloramientos de Cerrillos en el Chaco Árido Riojano: Invierno-Primavera 1997". INTA-EEA La Rioja, IZA-Univ. Nac. de La Rioja. La Rioja. Argentina.
- Ferrando, C.; Biurrún, F.; Blanco, L.; Oriente, E.; Namur, P.; Burghi, V. & D. Cabral. 1998a. "Parámetros Nutritivos de Latifoliadas Nativas del Chaco Árido: Verano 1997-1998". INTA-EEA La Rioja, Univ. Nac. de La Rioja y Cambio Rural-La Rioja. La Rioja. Argentina.

- Ferrando, C.; Burghi, V.; Oriente, E.; Biurrún, F.; Blanco, L. & P. Namur. 1998b. "Parámetros Nutritivos Comparativos de Gramíneas y Latifoliadas Nativas de la Subregión Médanos y Afloramientos de Cerrillos en el Chaco Árido Riojano: Verano 1997-1998". INTA-EEA La Rioja, Univ. Nac. de La Rioja. La Rioja, Argentina.
- Figueroa, J.; Armesto, J. & J. F. Hernández. 1996. Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. Rev. Chil. Hist. Nat. 69: 260 – 299.
- Foley, M. E. & S. A. Fennimore. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Sci. Res. 8: 173 - 182.
- Font Quer, P. 1993. Diccionario de Botánica. 1 – 1244. Barcelona. España.
- Formoso, Francisco. 2007. Conceptos sobre Implantación de Pasturas. INTA.
- Fumagalli, E.; Renolfi, H.; Perez, E.; Dalla Tea, F. & C. Kunst. 1987. Producción de un Rodeo de Cría de Bovinos Criollos en Pasturas Naturales del Chaco Semiárido (Santiago del Estero). Primeras Jornadas Nacionales de Zonas Áridas y semiáridas. Santiago del Estero. Argentina.
- Funes, G.; Basconcelo, S.; Díaz, S. & M. Cabido. 1999a. Seed bank dynamics of *Lachemilla pinnata* (Rosacea) in different plant communities of mountain grassland in central Argentina. Ann. Bot. Fennici. 36: 109-114.
- Funes G.; Basconcelo, S.; Díaz S. & M. Cabido. 1999b. Seed size and shape are good predictors of seed persistence in soil in temperate mountain grasslands of Argentina. Seed Sci. Res. 9: 341 – 345.
- Funes, G.; Basconcelo, S.; Díaz, S. & M. Cabido. 2001. Edaphic patchiness influences grassland regeneration from the soil seed bank in mountain grasslands of central Argentina. Austral Ecology 26: 205-212.
- Funes, G.; Basconcelo, S.; Díaz, S. & M. Cabido. 2003. Seed bank dynamics in tall - tussock grasslands along an altitudinal gradient. J. Veg.Sci.14: 253 – 258. IAVS. Opulus Press Uppsala.

- Funes, G. & P. Venier. 2006. Dormancy and germination in three *Acacia* (*Fabaceae*) species from central Argentina. *Seed Sci. Res.* 16: 77 – 82.
- Funes, G.; Díaz, S. & P. Vernier. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecología Austral.* 19: 129 – 138.
- Garcia Huidobro, J.; Monteith, J. L. & G. R. Squire. 1982. Time, temperature, and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. & H.). *J. Exp. Bot.* 33: 288 – 296.
- Gao, J. P.; Chao, D. & H. X. Lin. 2007. Understanding abiotic stress tolerance mechanisms: recent studies on stress response in rice. *J. Integr. Plant Biol.* 49: 742-750.
- Giambastiani, G. 2006. *Establecimiento de cultivos estivales*. Cátedra de Cereales y Oleaginosas. FCA. Universidad Nacional de Córdoba.
- Glenn-Lewin R. K.; Peet, R. K. & T. Veblen. 1992. *Plant Succesion: Theory and Prediction*. Londres: Chapman and Hall. 351 pp.
- Gómez J. C.; Calella, H. F.; Corzo, R. F. & A. A. Reynoso. 1993. Mapa de las Subregiones de Vegetación y Suelo Del Chaco Árido de La Rioja. Convenio CFI - Gobierno de La Rioja - IZA (UPLR) Publicado por GTZ, La Rioja. Proyecto de Desarrollo Rural Integral de Los Llanos. La Rioja. Argentina.
- Grill, R. & C. Spruit. 1972. Properties of phytocrome in gymnosperms. *Planta.* 108: 203 – 213.
- Grime, J. P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, New York, New York. Pp. 222.
- Gurvich, D.; Funes, G.; Giorgis, M. & P. Demaio, 2008. Germination characteristics of four coexisting *Gymnocalycium* (*Cactaceae*) species with different flowering phenologies. *Natural Areas J.* 28: 104-108.

- Gutterman, Y. 2000. Maternal effects on seed during development. En: Fenner M. (ed) *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*: 59-84. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Hamada, A. M. 1994. Alleviation of the adverse effects of NaCl on germination of maize grains by calcium. *Biologia Plantarum*. 36: 623 – 627.
- Hartmann H. T. & D. E. Kester. 1999. *Propagación de Plantas Principios y Prácticas*. Séptima Impresión. Compañía Editorial Continental. México. 760 p.
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. London: Academic Press. Pp. 33 – 111.
- Henderson, C. B.; Petersen, K. E. & R. A. Redak. 1988. Spatial and temporal in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. *J. Ecol.* 76: 717 – 728.
- International Seed Testing Association. 1996. *International Rules for Seed Testing*. Rules Zürich, Switzerland. Pp. 335.
- Jithesh, M. N.; Prashanth, S. R.; Sivaprakash, K. R. & A. K. Parida. 2006. Antioxidative response mechanisms in halophyte: their role in stress defense. *J. Genet.* 85: 237-254.
- Karou, K. & D. Tilman. 1996. Seed banks and seedling establishment on an experimental productivity gradient. *Oikos*. 76: 381 – 391.
- Keddy P. A. & A. A. Reznicek. 1982. The role the seed banks in the persistence of Ontario's coastal plain flora. *Am. F. Bot.* 74: 360 – 370.
- Keddy, P. 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *J. veg. Sci.* 3: 157 – 164.
- Kigel, J., 1995. Seed germination in Arid and Semiarid Regions. In *Seed Development and Germination*. Kigel, J. & G. Galili (Eds.). Dekker, New York, pp. 645-700.

- Kinukan, R. J. & F. E. Smeins. 1992. Soil seed bank of the semiarid Texas grassland under 3 long-term (36-years) grazing regimes. *American Midland Naturalist* 128: 11-21.
- Koger, C.; Reddy, K. & D. Poston, 2004. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). *Weed Science* 52:989 – 995.
- Kotowski, F. 1926. Temperature relations to germination of vegetable seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 23: 176 – 184.
- Lambert, H.; Chapin, I. & T. L. Pons. 1998. *Plant physiological ecology*. Springer. New York, NY. 540pp.
- Lasso, R. & L. Herrera. 1982. Estimación de la Evapotranspiración Potencial y Balances Hídricos de la Provincia de La Rioja. UPLR.
- Leck, M. A. & R. L. Simpson. 1987. Seed bank of a freshwater tidal wetland: Turnover and relationship to vegetation change. *Am. F. Bot.* 74: 360 -370.
- Leinonen, K. 1998. *Picea abies* seed ecology: effects of environmental factors on dormancy, vigor and germination, Publication 18. Department of Forest Ecology. University of Helsinki. 67p.
- Leps, J.; Osbornová–Kosinová, J. & M. Rejmánck. 1982. Community stability, complexity and species life history strategies, *Vegetation* 50: 53 – 63.
- Levin, D. 1990. The seed bank as a source of genetic novelty in plant. *Am. Nat.* 135: 563 – 572.
- Li, X.; Baskin, J. M. & C. C. Baskin. 1999 a. Seeds get a wake – up call. Dormancy, a survival mechanism for seeds, or a useful tool for agriculture. *The Biologist* 46: 65 – 69.
- Li, X.; Baskin, J. M. & C. C. Baskin. 1999 b. Seed morphology and physical dormancy of several North American *Rhus* species (*Anacardiaceae*). *Seed Sci. Res.* 9: 247 – 258.

- Maia, F. C.; Medeiros, R. B.; Pillar, V. P.; Focht, T.; Cholet, D. M. S. & M. O. M. Olmedo. 2003. Composição, riqueza e padrão de variação do banco de sementes do solo em função da vegetação de um ecossistema de pastagem natural. *Iheringia (Sér. Bot.)* 58, Nº 61 – 80.
- Maia, F. C.; Medeiros, R. B.; Pillar, V. P. & T. Focht, T. 2004. Soil seed bank variation patterns according to environmental factors in a natural grassland. *Revista Brasileira de Sementes*. 26: 126 – 137.
- Major, J. & Pyott, W. T. 1966. Buried viable seeds in two California bunchgrass sites and their bearing on the definition of a flora. *Veg. Acta Geobot.* 13: 253 – 282.
- Manrique, E. 2003. Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz. *Ecosistemas* 2003/1 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/informe4.htm>).
- Marcar, N. E. 1986. Effect of calcium on the salinity tolerance of *Wimmera ryegrass (Lolium rigidum Gaud., cv. Wimmera)* during germination. *Plant and Soil* 93: 129 – 132.
- Marchi, A. 1993. "Pastizales del Área Templada Árida-Semiárida, Elementos y Bases para el manejo". Curso de Manejo de Pastizales en Zonas Semiáridas y Áridas. INTA San Luis. Argentina.
- Márquez, S.; Funes, G.; Cabido, M. & E. Pucheta. 2002. Efectos del Pastoreo sobre el Banco de Semillas Germinable y la Vegetación Establecida en Pastizales de Montaña del Centro de Argentina. *Rev. Chil. de Hist. Nat.* 75: 327 – 337.
- Mayer, A. M. & A. Poljakoff-Mayber. 1989. *The Germination of Seeds*. Ed. Londres: Pergamon Press.
- Mc Donald M.B. 1994. Seed germination and seedling establishment. Chapter 3A: 37-60. In: *Physiology and determination of crop yield*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, USA.

- Melo, O. E. & Boetto, C. G. 1993. Gramíneas tropicales y templadas. Características y zonas de adaptación. Cuadernillo N° 1. Colección Ganadería en zonas cálidas. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires. 32 pp.
- Michel, B. & R. Kaufmann, 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology* 51:914–916.
- Milberg, P. 1992. Seed bank in a 35 – year – old experiment with different treatments of a semi – natural grassland. *Acta Oecologica – Intl. J. Ecol.* 13, N° 6: 793 – 752.
- Milberg P. 1995. Soil seed bank after eighteen years of succession from grassland to forest. *Oikos* 72, 3-13.
- Miñon, D.P.; Fumagalli, A. & A. Auslender. 1991. Hábitos Alimentarios de Vacunos y Caprinos en un Bosque de La Región Chaqueña Semiárida. *Rev. Arg. de Prod. Animal* 11: 275-283.
- Morán Lemir, A. H. 1989. Especies de *Ipomoea* (*Convolvulaceae*) más frecuentes en cultivos de soja de la provincia de Tucumán. *Malezas* 17 (1): 71-77.
- Moreira De Carvalho, N. & J. Nakagawa. 1988. "Semillas. Ciencia Tecnología y Producción". Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay.
- Morello, J. H., Protomastro, C., Sancholuz, L., & C. Blanco. 1973. Estudio Macroecológico de Los Llanos de la Rioja. Informe ante la Comisión Nacional de Estudios Geoheliofísicos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Morello, J. H.; Protomastro, C.; Sancholuz, L. & C. Blanco. 1977. Estudio Macroecológico de Los Llanos de la Rioja. IDIA. Suplemento 34: 242 - 248. INTA. Buenos Aires.
- Morello, J. H.; Protomastro, C.; Sancholuz, L. & C. Blanco. 1985. Estudio Macroecológico de Los Llanos de la Rioja. Serie del cincuentenario de la Administración de Parques Nacionales. 5:1 – 53.

- Mortimer, A. M. 1974. Studies of germination and establishment of selected species with special reference to the fates of seeds. Dissertation. University of Wales, In: Harper, J. L. Population Biology of Plants. New York. Academic Press. 1977.
- Oosterheld, M; Loreti, J.; Semmertin, M. & O. E. Sala. 2001. Interannual variation in primary production of a semi-arid grassland related to previous-year production. *J. Veg. Sci.* 12:137-142.
- Pallas, J. Stansell, J. & R. Bruce. 1977. Peanut seed germination as related to soil water regime during pod development. *Agr. J.* 69: 381-383.
- Parker, V. T. & M. A. Leck. 1985. Relationship of seed banks to plant distribution patterns in a freshwater tidal wetland. *Am. F. Bot.* 72: 161 – 174.
- Peco, B; Traba, J.; Levassor, C.; Sánchez, A. & F Azcárate. 2003. Seed size, shape and persistence in dry Mediterranean grass and scrublands. *Seed Sci. Res.* 13: 87-95.
- Peralta, I. & B. Rossi. 1997. Guía para el Reconocimiento de Especies Del Banco de Semillas de la Reserva de Biosfera de Ñacuñán (Mendoza – Argentina). *Boletín de Extensión Científica.* Vol. 3, p1 – 24.
- Phartyal, S.; Thapliyal, R.; Koedam, N. & S. Godefroid. 2002. Ex situ conservation of rare and valuable forest tree species through seed-gene bank. *Current Science* 83: 1351-13357.
- Pearson, T.; Burslem, D.; Mullins, C. & J. Dalling. 2002. Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. *Ecology* 83: 2798 – 2807.
- Peralta, I.E. & B.E. Rossi. 1997. Guía para el reconocimiento de especies del Banco de Semillas de la Reserva de la Biosfera de Ñacuñán (Mendoza, Argentina). *Boletín de Extensión Científica de IADIZA* 3:1-24.
- Peretti, A., 1994. Manual Para Análisis de Semillas. Editorial Hemisferio Sur. Argentina, 1ra. Ed. Bs. As. 273 pp.

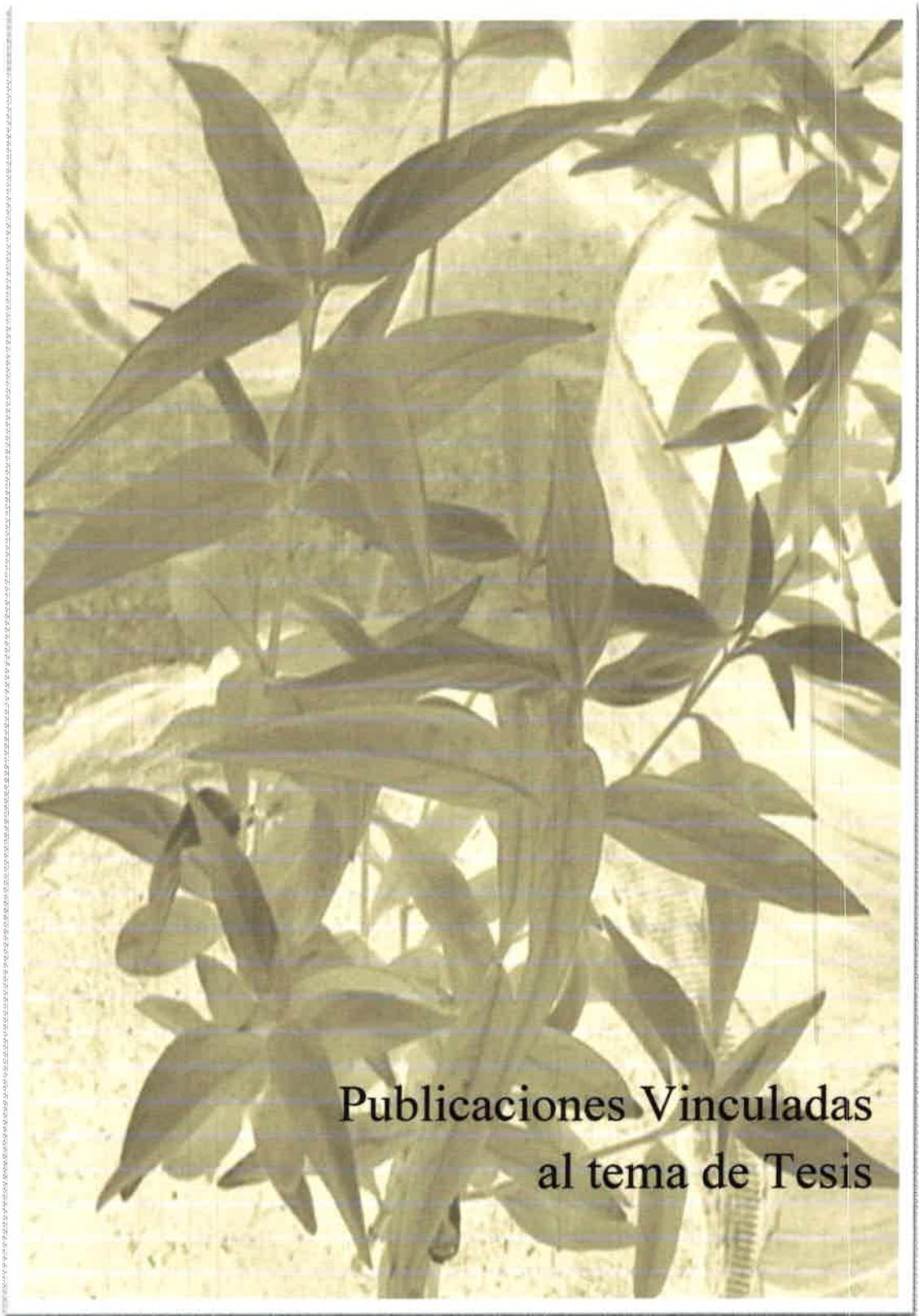
- Pérez-Molphe-Balch, E.; Gidekel, M.; Segura-Nieto, M.; Herrera-Estrella, L. & N. Ochoa Alejo. 1996. Effects of water stress on plant growth and root proteins three cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) with different levels of drought tolerance. *Physiol. Plant.* 96: 284-290.
- Perissé, P. 1997. Caracterización morfológica de la cubierta seminal de *Lupinus albus* y *Lupinus angustifolius* L. y su relación con la germinación. Tesis de Maestría. Escuela para Graduados. Maestría en Ciencias Agropecuarias. Mención Tecnología de semillas, F.C.A.-U.N.C., 87 pp.
- Pezzani, F. 2009. Fisiología de Cultivos. Módulo Pasturas. Unidad de Sistemas Ambientales. Uruguay.
- Probert, R. 2000. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. Pp. 261 – 292 en: Fenner, M (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in Plant Communities*. CAB international, Wallingford, UK.
- Pons, T. 1992. Seeds response to light. Pp. 529 -283 En: Fenner, M. (ed.) *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Pons, T. 2000. Seed responses to light. Pp. 237 – 260 en: Fenner, M. (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in Plant Communities*. CAB international, Wallingford, UK.
- Quiroga, E.; Blanco, L. & E. Oriente. 2009. Evaluación de las Estrategias de Rehabilitación de Pastizales Áridos. *Ecología Austral*. 19:107 – 117.
- Ragonese, A. & J. Castiglione. 1970. *La vegetación del Parque Chaqueño*. Boletín Sociedad Argentina de Botánica 11, Supl.: 133 – 160.
- Raguse, C.; Fianu, F. & J. Menke. 1970. Development of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) at very early stages. *Crop Sci* 10: 723 -4.
- Rees, M. 1997. Seed dormancy. Pp. 214 – 238 in Crawley, M. (Ed.) *Plant ecology*. London, Blackwell Science.

- Roberts, H. & P. M. Feast. 1973. Changes in the numbers of viable weed seeds in soil under different regimes. *Weed Res.* 13: 298 – 303.
- Roberts, H. A. 1981. Seed bank in soil. In: Coaker, T. H. (ed.), *Advancements in applied biology*. 6: 1 – 55. Acad. Press. London.
- Roberts, H. A. 1986. Seed persistence in soil and seasonal emergence in plant species from different habitats. *J. Appl. Ecol.* 23: 639 – 656.
- Rodríguez A. A.; Pelliza, M.A. & L. R. Conci. 1985. "Domesticación de Plantas Forrajeras Nativas del Árido y Semiárido de la Provincia de Córdoba". IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Salta. Argentina.
- Rodríguez A. A.; Ochoa, B.; Manero, D.; Pelliza, M.; Ordoñez, A.; Cáceres, E. & M. Bianchi. 1986. "Domesticación de Plantas Forrajeras Nativas de la Provincia de Córdoba *Setaria leiantha* H.". V Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. La Rioja. Argentina.
- Rodríguez Rivera, M. F.; Sosa, L. R.; Fernández, E. A.; Reale, M. I. & V. Villarreal. 2007. Efecto del estrés hídrico a distintas temperaturas sobre la germinación de semillas de *Bulnesia retama* (Gill. ex. Hook.) Griseb.- *Zigofiláceae* - en San Luis, Argentina. *PHYTON*. 76: 5 – 17.
- Rüdiger, W. 1986. The Chromophone. En: Kendrik, R. F. & Kronenberg (eds.) *Photomorphogenesis in plants*. Martinus Nijhoff/ Dr. Junk Pub. Dordrecht, The Netherlands. 600p.
- Sánchez-Soto, B.; Reyes-Oliva, A.; García-Moya, E. & T. Terrazas. 2010. Germinación de Tres Cactáceas que Habitan la Región Costera del Noroeste de México. *Interciencia*. Vol. 35 N° 34. Venezuela. Pp.229-305.
- Sauer, C. 1969. *Agricultural origins and dispersals*. Massachussetts Institute of Technology Press. Cambridge, Mass.
- Semenova G. V. & V. G. Onipchenco, 1994. Soil seed Banks. In: *Experimental Investigation of Alpine Plant Communities in the Northwestern Caucasus* (eds. V. g. Onipchenco & V. G. Blinnikov) pp 69 – 82. Stiftung Rübel, Zurich.

- Shafii, B. & W. J. Price. 2001. Estimation of cardinal temperatures in germination data analysis. *J. Agr. Biol. & Envl. Stats.* 6: 356 – 366.
- Sobrero, M. T.; Fioretti, M. N.; Chaila, S.; Avila, O. B. & M. Ochoa. 2006. Factores que influyen sobre la germinación de *Ipomoea nil* (L.) Roth. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf, 1995. *Biometry*. Freeman, New York. 887 pp.
- Thompson, K. & J. P. Grime. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *J. Ecol.* 67: 893 – 921.
- Thompson, K. 1992. The functional ecology of seed banks. In Fenner, M. (Ed.). *Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities*. Wallingford: CAB International. Pp. 231 – 258.
- Tobe, K.; Li, X. & K. Omasa. 2002. Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seed germination and radical survival of halophyte, *Kalidium capsicum* (*Chenopodiaceae*). *Australian J. Bot.* 50: 163 – 169.
- Tobe, K.; Zhang, L. & K. Omasa. 2003. Alleviatory effects of calcium on the toxicity of sodium, potassium and magnesium chlorides to seed germination in three non – halophytes. *Seed Sci. Res.* 13: 47 – 54.
- Tobe, K.; Li, X. & K. Omasa. 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (*Chenopodiaceae*). *Seed Science Research.* 14: 345 – 353.
- Torres Carbonell, C. 2009. Implantación de Pasturas Perennes en la Región Semiárida en Sequía Extrema. INTA Bordenave.
- Trudgill, D.; A. Honek; D. Li & N. Van Straalen, 2005. Thermal time – concepts and utility. *Ann. Appl. Biol.* 146:1-14.
- Turner, S. R.; Merritt, C. C.; Dixon, K. & J. M. Baskin. 2005. Physical dormancy in seeds of six genera of Australian *Rhamnaceae*. *Seed Sci. Res.* 15: 51 - 58.

- Turk, M.; Rahman, A.; Tawaha, M. & Lee. K. 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. *Asian J. Pl. Sci.* 3 (3): 394 – 397.
- U.S.D.A. (United States Department of Agriculture). 1977. "Semillas". Quinta impresión en castellano. Compañía Editorial Continental S. A. México D. F. México.
- Villalba, R. & T. T. Veblen. 1998. Influences of large-scale climatic variability on episodic tree mortality in northern Patagonia. *Ecology* 79:2624-2640.
- Volaire, F. 2003. Seedling survival under drought differs between an annual (*Hordeum vulgare*) and a perennial grass (*Dactylis glomerata*). *New Phytol.* 160: 501-510.
- Willenborga, C. J.; Wildemanc, J. C.; Millerb, A. K.; Rossnageld, B. G. & S. J. Shirliffeb, 2005. Oat Germination Characteristics Differ among Genotypes, Seed Sizes, and Osmotic Potentials. *Crop Sci.*, 45: 2023-2029.
- Williams, E. D. 1984. Change during 3 years in the size and composition of the seed bank beneath a long – term pasture as influenced by defoliation and fertilizer regime. *J. Appl. Ecol.* 21: 603 – 615.
- Zak, M. & M. Cabido, 2002. Spatial patterns of the Chaco vegetation of central Argentina: Integration of remote sensing and phytosociology. *App. Veg. Sci.* 5: 213-226.
- Zalazar, M. I. & A. E. Tapia. 2005. Análisis del poder germinativo de *Justicia squarrosa*, *J. gilliesii* y *Cordobia argentea*. Resumen de las Jornadas Científicas "Ciencia, comunicación y Sociedad". La Rioja. 24 al 28 de Octubre de 2005.
- Zalazar, M. I. & A. E. Tapia. 2007. Parámetros de productividad y de calidad forrajera de *Justicia squarrosa*. Resumen IV Congreso Nacional I Congreso del MERCOSUR sobre el Manejo de Pastizales Naturales. Villa Mercedes. San Luis. Argentina 9 al 11 de Agosto de 2007.

- Zalazar, M. I.; Funes, G. y M. P. Venier. 2009. Factores que afectan la germinación de *Justicia squarrosa* Griseb, forrajera nativa de la región chaqueña de la Argentina. Agriscientia. Vol. XXVI. (1):1 – 6.



**Publicaciones Vinculadas
al tema de Tesis**

PUBLICACIONES VINCULADAS AL TEMA DE TESIS

- Morales, L.; Zalazar, M. I. & A. E. Tapia. 2007. Medición Fenológica de *Justicia squarrosa*. Resumen IV Congreso Nacional - I Congreso del MERCOSUR sobre el Manejo de Pastizales Naturales. Villa Mercedes. San Luis. Argentina 9 al 11 de Agosto de 2007.
- Zalazar, M. I. & A. E. Tapia. 2005. Análisis del poder germinativo de *Justicia squarrosa*, *J. gilliesii* y *Cordobía argentea*. Resumen de las Jornadas Científicas "Ciencia, comunicación y Sociedad". La Rioja. 24 al 28 de Octubre de 2005.
- Zalazar, M. I. & A. E. Tapia. 2007. Parámetros de productividad y de calidad forrajera de *Justicia squarrosa*. Resumen IV Congreso Nacional I Congreso del MERCOSUR sobre el Manejo de Pastizales Naturales. Villa Mercedes. San Luis. Argentina 9 al 11 de Agosto de 2007.
- Zalazar, M. I.; Funes, G. y M. P. Venier. 2009. Factores que afectan la germinación de *Justicia squarrosa* Griseb, forrajera nativa de la región chaqueña de la Argentina. Agriscientia. Vol. XXVI. (1):1 – 6.

71120

U.N.R.C.
Biblioteca Central



71120