



Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Cuyo.

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES.

TESIS DE GRADO

Arbustos nativos de la provincia de Mendoza, con potencial de uso en tareas de restauración: factores que afectan la germinación.

Tesista: Dágata, Sofía Leonor.

Director: Dr. Passera, Carlos Bernardo.

Codirectora: Dra. Sartor, Carmen Elena.

2018

Arbustos nativos de la provincia de Mendoza, con potencial de uso en tareas de restauración: factores que afectan la germinación.

Tesista

Dágata, Sofía Leonor.

sofialdagata@gmail.com

Director

Dr. Passera, Carlos Bernardo.

cpassera@uncu.edu.ar

Codirectora

Dra. Sartor, Carmen Elena.

csartor@fca.uncu.edu.ar

Jurado

M. Sc. Ing. Agr. Cirrincione, Miguel Ángel.

M. Sc. Ing. Agr. Greco, Silvina Alicia.

Dra. Fernández, María Emilia.

Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo Almirante Brown 500, Chacras de Coria, Mendoza M5528AHB- (54 261) 4135000.

RESUMEN

La restauración de zonas áridas demanda generar conocimientos que permitan obtener material vegetal adecuado para este fin. Los arbustos nativos juegan un papel significativo en los procesos de restauración, por lo que estudiar el efecto de los factores que afectan la germinación de los mismos resulta clave en este contexto.

El objetivo de la presente tesis fue determinar el efecto de la temperatura, estrés hídrico y pH en la germinación de 5 arbustos nativos de la provincia de Mendoza que tienen potencial para ser usados en tareas de restauración. Estas especies son: *Mimosa ephedroides* (Gillies ex Hook. & Arn; Benth; Fabaceae), *Acacia gilliesii* (Steud.A. St.-Hil; Fabaceae), *Prosopis strombulifera* (Lam.; Benth; Fabaceae), *Lycium tenuispinosum* (Miers; Solanaceae) y *Ephedra ochreatea* (Miers; Ephedraceae). Además, se realizaron tratamientos pregerminativos en semillas de *Lycium tenuispinosum* y *Ephedra ochreatea* con el fin de evaluar el efecto de dos fuentes de luz y de la estratificación en frío respectivamente, sobre la ruptura de dormición de las mismas. Los tratamientos fueron realizados mediante ensayos completamente aleatorizados.

La respuesta a los diferentes tratamientos ensayados mostraron diferentes resultados; siendo la temperatura la que tuvo mayor influencia en la germinación, encontrándose el óptimo en el rango de 20-30 °C para *M. ephedroides*, *A. gilliesii* y *P. strombulifera*. En tanto que para *E. ochreatea* y *L. tenuispinosum* la temperatura óptima fue de 10 °C. En cuanto al efecto del estrés hídrico, la especie más sensible en su etapa germinativa ante potenciales hídricos decrecientes fue *L. tenuispinosum*, manteniendo el resto de las especies un poder germinativo relativamente elevado aún ante condiciones de estrés hídrico moderado. Por otra parte, el pH del medio no afectó significativamente la germinación de *M. ephedroides*. Para el resto de las especies el rango óptimo de pH fue de 6-8.

En lo que respecta a la ruptura de dormición, se encontró que *L. tenuispinosum* requiere luz para germinar solamente a temperaturas mayores a 20 °C, aunque lo hace en baja proporción. En cuanto al efecto de la estratificación en frío en semillas de *E. ochreatea*, se encontró que este tratamiento aumentó los valores medios de germinación, pero los resultados no fueron significativos. Considerando los valores obtenidos en dicho ensayo y en el test de viabilidad se concluye que no se requiere la realización de tratamientos pregerminativos para esta especie y que resultaría más adecuado el almacenamiento en frío de las semillas.

Los resultados obtenidos permiten identificar la magnitud en que las condiciones de temperatura, estrés hídrico y pH afectan la germinación de estas especies. Ésta

información resulta relevante para poder avanzar en las técnicas de propagación de las mismas para su utilización en tareas de restauración y constituye además un aporte al conocimiento sobre aspectos de su autoecología.

Palabras clave: arbustos xéricos - pH- temperatura - estrés hídrico.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los que hicieron posibles este trabajo:

A mi director Carlos Passera y codirectora Carmen Sartor por su acompañamiento en el desarrollo de la presente tesis, sus aportes, consejos, paciencia y buena predisposición. Por su excelente calidad profesional y humana.

A la cátedra de Fisiología Vegetal, por dejarme realizar los ensayos en su espacio .En especial a Javier por ayudarme con los preparados.

A los jurados por su tiempo y aportes en las correcciones.

A la universidad pública y gratuita gracias a la cual pude formarme.

A mis padres Susana y Leonardo que me apoyaron incondicionalmente y alentaron durante toda la carrera y toda mi vida.

A toda mi familia por su cariño y calidez.

A Nicolás por su compañía, buen humor y cariño.

A mis amigas Fernanda, Laura y Mery por el aliento y buenos momentos compartidos.

Índice General

1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Formulación del problema y fundamentación.....	10
1.2 Hipótesis.....	11
1.3 Objetivos.....	12
2. ESTADO ACTUALIZADO DEL TEMA.....	12
2.1 Degradación de tierras en zonas áridas.....	12
2.2 Importancia de los arbustos nativos en tareas de restauración.....	13
2.3 Factores que afectan la germinación.....	15
2.4 Dormición.....	17
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	20
3.1. Descripción de las especies estudiadas.....	20
3.2 Recolección de frutos.....	30
3.3 Almacenamiento.....	34
3.4 Caracterización del material recolectado.....	35
3.5 Ensayos de germinación.....	36
3.6 Análisis estadístico de los datos.....	40
4. RESULTADOS.....	40
4.1. Características de los frutos y semillas.....	40
4.2. Ensayo de viabilidad.....	42
4.3 Efecto de la temperatura.....	43
4.4 Efecto del estrés hídrico.....	48
4.5 Efecto del pH.....	53
4.6 Ruptura de dormición.....	58
5. DISCUSIÓN.....	60
5.1 Características de frutos y semillas.....	60
5.2 Test de viabilidad.....	62
5.3 Efecto de la temperatura.....	62
5.4 Efecto del estrés hídrico.....	64
5.5 Efecto del pH.....	67
5.6 Ruptura de dormición.....	68
6. CONCLUSIONES.....	69
7. BIBLIOGRAFIA.....	72

Índice de Figuras

Figura 1. Flores de <i>M. ephedroides</i> , Reserva Natural Bosques Telteca, enero 2016.....	22
Figura 2 .Frutos de <i>M. ephedroides</i> , Reserva Natural Bosques Telteca, enero 2016.....	22
Figura 3. Floración de <i>A. gilliesii</i> , Cerro de la Gloria, marzo 2016.....	24
Figura 4.a) Frutos maduros e inmaduros de <i>A.gilliesii</i> b) Banco de semillas del suelo, Cerro de la Gloria , marzo 2016.	24
Figura 5 .Floración de <i>P. strombulifera</i> , El Jume, diciembre 2015.....	26
Figura 6.Frutos inmaduros de <i>P. strombulifera</i> El Jume, enero 2016.....	26
Figura 7. Floración de <i>L. tenuispinosum</i> , El Jume, diciembre 2015.....	27
Figura 8. Frutos de <i>L .tenuispinosum</i> , El Jume, marzo 2016.....	28
Figura 9 . a) Conos masculinos de <i>E. ochreatea</i> .b) Conos femeninos. fuente: Juan Rita ,2015.	29
Figura 10. Frutos maduros de <i>E. ochreatea</i> , San Rafael, enero 2016.....	29
Figura 11. Comunidad vegetal del médano, Reserva Bosque telteca, enero 2016.	31
Figura 12. Comunidad vegetal del área de recolección, El Jume, marzo 2016.	32
Figura 13. Comunidad vegetal del área de recolección de frutos de <i>A. gilliesii</i> ,	33
Figura 14. Comunidad vegetal del área de recolección de frutos de <i>E. ochreatea</i> , San Rafael, enero 2016.	34
Figura 15. Caja trilladora.....	34
Figura 16. Siembra en gabinete de flujo laminar	36
Figura 17. Cajas de petri en cámara de crecimiento	37
Figura 18. Pesafiltros con papel celofán utilizados en el ensayo de luz.	39
Figura 19. Semillas de <i>E. ochreatea</i> preparadas para estratificación.....	40
Figura 20. Semillas de <i>P. strombulifera</i> atacadas por coleópteros de la familia <i>Bruchidae</i> ...	42
Figura 21. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>M. ephedroides</i> a distintas temperaturas de incubación (en °C) en función del tiempo.	44
Figura 22. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>A. gilliesii</i> a distintas temperaturas de incubación (en °C) en función del tiempo (días).	45

Figura 23. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>P. strombulifera</i> a distintas temperaturas de incubación (en °C) en función del tiempo (días).....	46
Figura 24. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>L. tenuispinosum</i> a distintas temperaturas de incubación (en °C) en función del tiempo.	47
Figura 25. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>E. ochreata</i> a distintas temperaturas de incubación (en C°) función del tiempo.	48
Figura 26. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>M. ephedroides</i> a distintos potenciales agua (MPa) en función del tiempo (días).	49
Figura 27. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>A. gilliesii</i> distintos potenciales agua (MPa) en función del tiempo (días).	50
Figura 28. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>P. strombuliferaa</i> distintos potenciales agua (MPa) en función del tiempo (días).	51
Figura 29. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>L. tenuispinsuma</i> distintos potenciales agua (MPa) en función del tiempo (días).	52
Figura 30. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>E. ochreataa</i> distintos potenciales agua (MPa) en función del tiempo (días).	53
Figura 31. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>M. ephedroides</i> a distintos pH en función del tiempo (días).	54
Figura 32. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>A. gilliesii</i> a distintos pH en función del tiempo (días).....	55
Figura 33. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>P. strombulifera</i> a distintos pH en función del tiempo (días).	56
Figura 34. porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>L. tenuispinosum</i> a distintos pH en función del tiempo (días).	57
Figura 35. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>E. ochreata</i> a distintos pH en función del tiempo (días).....	58
Figura 36. Efecto de dos calidades de luz, R (rojo) y RL (rojo lejano), en la germinación de <i>L. tenuispinosum</i>	59
Figura 37. Efecto de la estratificación en frío por 24(e24) y 48 h (e48) sobre la germinación de <i>E. ochreata</i> . t (testigo).	60

Índice de tablas

Tabla 1.Especie, fecha de cosecha , lugar y coordenas de recolección de los frutos.....	30
Tabla 2.Composición de la solución nutritiva del ensayo de pH	38
Tabla 3.Características morfológicas de frutos y semillas de las especies.....	41
Tabla 4.Resultados del ANOVA realizado sobre el número medio de semillas germinadas al finalizar el ensayo, sometidas a distintas temperaturas.	43
Tabla 5.Resultados del ANOVA realizado sobre el número medio de semillas germinadas al finalizar el ensayo, sometidas a distintos potenciales hídricos.	48
Tabla 6.Resultados del ANOVA realizado sobre el número medio de semillas germinadas al finalizar el ensayo, sometidas a distintos pH	53

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Formulación del problema y fundamentación.

Las zonas áridas constituyen ecosistemas frágiles susceptibles a procesos degradativos cuando se manejan inadecuadamente (IICA ,1982). Esto resulta una problemática que afecta la conservación de la diversidad tanto a escala local como global (Masini y Rovere, 2013). En este contexto, la restauración cobra relevancia económica, social y ambiental para la recuperación de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas degradados (Dalmasso y Ciano, 2015).

En estas zonas, la recuperación natural es un proceso lento, complejo y hasta en algunas condiciones, incierto e improbable (Luque *et al.*, 2005). De allí la necesidad de intervenir en forma activa para acelerar la misma y lograr restaurar el ecosistema.

Los arbustos de zonas áridas juegan un papel clave en los procesos de restauración de ambientes degradados y son elementos primordiales de facilitación en dichos ecosistemas donde actúan concentrando materia orgánica, nutrientes, semillas e inclusive agua, formando verdaderas islas de fertilidad (Wallace y Romney, 1981; Passera y Borsetto, 1989).

Para enfrentar los procesos de restauración se debe contar con suficiente y adecuado material vegetal lo que impone dominar las técnicas de multiplicación (Passera, com. pers.). En función de ello las investigaciones enfocadas en las características de la germinación de especies arbustivas nativas son indispensables para desarrollar proyectos encaminados a la producción y reintroducción de las mismas con fines de restauración (Masini y Rovere, 2013). Además, este tipo de investigaciones permite ahorrar tiempo, labores y costos a la hora de restaurar (Funes, 2008; Dayrell *et al.*, 2016).

Por otro lado, estudiar los factores que afectan la germinación es de gran importancia ya que ésta juega un rol fundamental en el establecimiento y dinámica de las plantas de zonas áridas (Derber y Chaieb, 2007).

Cada especie requiere de un determinado conjunto de condiciones para que se desencadene la germinación, mientras que algunas especies pueden germinar en un amplio rango de condiciones, otras presentan requerimientos sumamente específicos. Entre los factores abióticos que regulan este proceso y cuyo efecto es necesario conocer para propagar en forma exitosa cada especie, resultan relevantes la temperatura, el estrés hídrico y el pH.

En cuanto a la temperatura según Roberts (1988), este factor puede actuar afectando el porcentaje y la velocidad germinativa e influyendo también en la velocidad de deterioro de las semillas e induciendo o rompiendo procesos de latencia. Además, para cada especie, existe una temperatura mínima y máxima, por debajo y por encima de las cuales sus semillas no podrán germinar y una temperatura óptima a la cual las semillas germinan en mayor porcentaje y en menor tiempo. (De La Cuadra, 1992; Passera, 2000).

En lo que respecta al agua, el desencadenamiento de la germinación y la velocidad de este proceso están determinados fundamentalmente por los gradientes de potencial hídrico entre la semilla y el medio (Welbaum *et al.*, 1990). Usualmente, las especies de regiones áridas y semiáridas deben germinar en condiciones de baja disponibilidad de agua, no obstante la tolerancia al estrés hídrico es muy variable para cada especie de estas zonas en su etapa germinativa.

En relación al efecto del pH, para algunas especies la presencia de H⁺ puede tener un efecto negativo en la germinación, afectando la actividad enzimática, por lo que las mismas germinan en un rango estrecho del mismo. Por otro lado, muchas otras especies pueden germinar en un amplio rango de pH no resultando afectadas en gran medida por este factor. No obstante, la mayoría de las especies requieren un pH cercano a la neutralidad para germinar en forma óptima (Shoemaker *et al.*, 1990).

En función de lo expuesto, en la presente tesis se evaluó el efecto de la temperatura, estrés hídrico y pH sobre la germinación de los siguientes arbustos nativos de la provincia de Mendoza con potencial de uso en tareas de restauración: *Mimosa ephedroides* (Gillies ex Hook. & Arn; Benth; Fabaceae), *Acacia gilliesii* (Steud.A. St.-Hil; Fabaceae), *Prosopis strombulifera* (Lam.; Benth; Fabaceae), *Lycium tenuispinosum* (Miers; Solanaceae) y *Ephedra ochreatea* (Miers; Ephedraceae).

Por otro lado, aun cuando las condiciones ambientales sean adecuadas para la germinación, esta podría no ocurrir si existen estados de dormición en las semillas. Las zonas áridas presentan un elevado número de especies arbustivas que producen semillas con distinto tipo de dormición (Baskin y Baskin, 2014). Con sustento en la bibliografía disponible y resultados de ensayos preliminares sobre estas especies, se decidió evaluar el efecto de la luz sobre la germinación de *L. tenuispinosum* y el efecto de la estratificación en frío sobre *E. ochreatea*.

1.2 Hipótesis

- La temperatura, el estrés hídrico y el pH inciden en el porcentaje de semillas germinadas de *Mimosa ephedroides*, *Acacia gilliesii*, *Prosopis strombulifera*, *Lycium tenuispinosum* y *Ephedra ochreatea*.

- Las semillas de *Lycium tenuispinosum* presentan dormición fisiológica y necesitan luz para la ruptura de la misma.
- Las semillas de *Ephedra ochreatea* presentan dormición fisiológica y precisan de exposición a bajas temperaturas para eliminar la misma.

1.3 Objetivos

- Caracterizar el material recolectado a campo de las especies seleccionadas.
- Determinar la influencia de la temperatura, el pH y estrés hídrico sobre la germinación de *Acacia gilliesii*, *Ephedra ochreatea*, *Lycium tenuispinosum*, *Mimosa ephedroides* y *Prosopis strombulifera*.
- Evaluar el efecto de dos calidades de luz en la germinación de *Lycium tenuispinosum*
- Determinar el efecto de la estratificación en frío sobre la germinación de *Ephedra ochreatea*

2. ESTADO ACTUALIZADO DEL TEMA

2.1 Degradación de tierras en zonas áridas

A nivel mundial el 47 % de la superficie puede considerarse árida (UNEP, 1992). En Argentina las zonas áridas y semiáridas ocupan aproximadamente el 75 % del territorio (PAN-LCD, 2002), en tanto que en la provincia de Mendoza abarcan prácticamente la totalidad del mismo (95 %).

Las zonas áridas y semiáridas constituyen ecosistemas susceptibles a la degradación por actividades antrópicas, conformando áreas ambientalmente frágiles con tendencia a la desertificación. La desertificación se define como la “*degradación de la tierra por su uso en regiones áridas, semiáridas y secas subhúmedas que se origina a partir de varios factores que incluyen la variación climática y las actividades humanas*” (CCD/PNUMA, 1994). La misma constituye un problema ambiental, social y económico de alcance mundial (Abraham, 2002).

Según datos del Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación (PAN-LCD, 2002), Argentina posee más de 60.000.000 ha sujetas a procesos de desertificación de moderados a graves, agregándose cada año 650.000 ha con distintos grados de erosión. En cuanto a la provincia de Mendoza, todos los ecosistemas están afectados por procesos de desertificación en distinto grado y tendencia creciente (Roig, *et al.*, 1992). Las actividades productivas que se desarrollan en el área no irrigada son: la ganadería extensiva; la minera; la petrolera y en menor grado el ecoturismo. Las mismas han generado a través del tiempo procesos de degradación ambiental que responden a diferentes causas y tienen diferentes grados de magnitud. Por otro lado, las zonas bajo cultivo irrigado también han sufrido procesos

de degradación tales como la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y la salinización de los suelos cultivados que deben atenderse a fin de recuperar al menos algunos de los servicios ecosistémicos que en situaciones productivas lograron tener (Passera, com. pers.).

Entre las principales consecuencias de la degradación de las tierras se encuentran la pérdida de la capacidad de infiltración de la capa superficial de suelo, reducción en la capacidad de almacenaje de agua del mismo, pérdida de fertilidad y materia orgánica, su degradación química y la pérdida de la cubierta vegetativa (Abraham, 2002).

2.2 Importancia de los arbustos nativos en tareas de restauración.

El tiempo de establecimiento de la vegetación luego de un proceso de degradación puede ser considerablemente largo, dependiendo su duración de la intensidad del disturbio, de las condiciones ambientales y del comportamiento de las especies. Debido a ello, cuando un ecosistema se ha degradado o dañado y la sucesión natural es un proceso lento y complejo; resulta necesaria la intervención del hombre con técnicas que inicien y aceleren dichos procesos (Dalmaso, 2007).

Toda restauración es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER, 2004); es el proceso de ayuda al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. Se puede considerar que un ecosistema se ha recuperado y restaurado cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional. Este ecosistema se podrá mantener tanto estructural como funcionalmente (SER, 2004).

El establecimiento de la vegetación es sumamente importante en áreas degradadas dado que posibilita recuperar parte de la diversidad y productividad de la comunidad local, genera condiciones de facilitación de las simientes de las especies y disminuye los procesos erosivos. Recuperar la vegetación de un área degradada implica decidir qué especies se van a utilizar (Carretero y Dalmaso, 2015). La selección de las plantas generadoras de un parche, plantas nodrizas, es una de las decisiones más importantes en los proyectos de restauración de zonas áridas, y pueden determinar el éxito del proyecto (Padilla y Pugnaire, 2006).

La restauración debiera tener como meta deseable la recuperación de la comunidad vegetal dominada por especies nativas (Sheley y Krueger-Mangold, 2003). Sin embargo, especies de plantas exóticas han sido utilizadas en actividades de restauración en lugar de especies nativas con la premisa de acelerar los tiempos de dicho proceso. Cabe mencionar que las especies exóticas en el campo de la restauración de ambientes degradados pueden jugar un triple papel: como elementos de interferencia en el proceso de restauración, como agentes de restauración o como un factor de transformación del ambiente que se debe neutralizar. En

cuanto a su utilización como agentes de restauración esto conlleva un gran riesgo dado que las características que las hacen especies promisorias para restaurar un ambiente degradado tales como un rápido crecimiento y tolerancia al estrés ambiental, también las vuelven potenciales agentes de invasiones biológicas (Zalba, 2013). En caso de ocurrir este último fenómeno, tiene como consecuencia un impacto significativo en el ambiente pudiendo alterar profundamente la composición y el funcionamiento del ecosistema en el que se han introducido, modificando los regímenes de fuego, el ciclo hidrológico, los balances de energía, la diversidad y los ciclos de nutrientes (Mack *et al.*, 2005), produciendo de esta manera pérdidas sociales, económicas y ambientales que superan los beneficios esperados.

Las actividades de restauración de zonas áridas requieren entre otras cosas de elementos vegetales adaptados a condiciones de déficit hídrico, salinidad, temperaturas extremas, suelos contaminados y de baja fertilidad. Entre los endemismos vegetales de Mendoza se encuentran ejemplos que poseen tales características y aparecen como herramientas de alto valor para afrontar tareas de recuperación de la productividad y la restauración de los servicios ecosistémicos (Passera, com. personal).

Los arbustos nativos tienen un rol clave en los procesos de restauración de ambientes degradados dado que contribuyen a mantener la estabilidad estructural y funcional del ecosistema (Gutiérrez, 2001). El microambiente que se crea debajo de la copa de los mismos, actúa favoreciendo el establecimiento de plántulas de especies tanto anuales como perennes y de las costras biológicas del suelo. A este tipo de interacción se le conoce comúnmente como facilitación (Passera y Borsetto, 1989; Méndez, 2006). Por otra parte, constituyen centros de concentración biológica ya que la existencia y actividad de pequeños vertebrados e invertebrados de las zonas áridas está asociada a la presencia de los mismos (Gutiérrez, 2001).

Dentro de las especies de arbustos nativos que han sido objeto de estudio con fines de restauración en Argentina puede encontrarse a: *Capparis atamisquea*, *Atriplex lampa*, *Larrea cuneifolia*, *Senecio subulatus* (Fernández, 2017), *Senecio filaginoides*, *Cercidium praecox* ssp. *Chuquiraga erinacea*, *Grindelia chiloensis* (Dalmasso *et al.*, 2002), *Prosopis flexuosa* var. *Depressa*, *Eupatrium buniifolium* (Dalmasso *et al.*, 2014) entre otras.

No obstante, de otras especies que poseen potencial para tareas de restauración aún no existen los conocimientos necesarios para poder elaborar paquetes ecotecnológicos que impliquen la germinación; obtención de plántulas e instalación exitosa de plantas “a campo”, como en el caso de *Mimosa ephedroides*, *Acacia gilliesii*, *Prosopis strombulifera*, *Lycium tenuispinosum* y *Ephedra ochreatea*.

2.3 Factores que afectan la germinación.

La germinación constituye una etapa crítica en el ciclo de vida de las especies arbustivas (Meyer y Pendleton, 2005). Se entiende a la misma como una serie de procesos catabólicos y anabólicos que tienen lugar con el reinicio acelerado del crecimiento del embrión dentro de la semilla y puede considerarse que finaliza con la emergencia de la radícula del embrión (Evenari, 1965).

El desarrollo de las semillas en la planta madre es afectado por factores genéticos y ambientales que influyen en la capacidad germinativa de las simientes. Esto puede dar lugar a la variabilidad de la respuesta de la germinación de una especie dependiendo del hábitat o el momento de cosecha (Fernández, 2017).

En lo que refiere a otros factores que afectan la germinación resultan de importancia la temperatura, el estrés hídrico y pH. En cuanto al primero, se ha determinado que el rango de temperaturas en las cuales se produce la germinación de una especie coincide con los intervalos de temperatura que caracterizan a la época del año más favorable para el establecimiento de la misma, pudiendo esto variar a lo largo del área de distribución de la especie (Méndez, 2011).

Para especies del género *Mimosa*, el rango de temperatura en el cual pueden germinar se encuentra entre 5-45 °C, en tanto que la temperatura óptima para la mayoría de las especies de este género se halla en el rango de 20-30 °C. Pavón *et al.*, (2011) obtuvieron el mayor porcentaje de germinación a 30 °C para *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*, resultando ésta la temperatura óptima de germinación de la misma. Para *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* y *M. luisina* la temperatura óptima fue de 25 °C (Montaño Arias *et al.*, 2015). Alves *et al.*, (2002) también obtuvieron el mayor porcentaje de germinación a 25 °C para *Mimosa caesalpiniaefolia*. Orozco Almanza *et al.*, (2003) consiguieron resultados similares para *M. similis*, *M. lacerata*, y *M. depauperata* cuya temperatura óptima de germinación se encontró entre 20 °C y 35 °C.

En el caso de *Acacia gilliesii*, Funes y Venier (2006) realizaron un ensayo en el que se incubaron las semillas de esta especie en tres regímenes alternados de temperatura, obteniendo diferencias significativas para los tratamientos a 25/15 °C y 35/20 °C respecto de 15/5 °C. Determinaron que el patrón de germinación respecto al factor temperatura está probablemente relacionado con la temperatura de las estaciones lluviosas del área de estudio localizada en Chancaní, Córdoba.

Para especies de *Prosopis* las temperaturas óptimas de germinación indican una adaptación a ambientes de temperaturas relativamente altas las cuales se encuentran entre 25 °C y 40 °C (Passera, 2000). En los trabajos de investigación con *P. strombulifera* se tomó como temperatura óptima, a temperaturas que se encuentran dentro del rango mencionado. Por

ejemplo Sosa *et al.*, (2005) consideraron como temperatura óptima para la germinación de esta especie 30 °C, en tanto que Llanes *et al.* (2005), tomaron como temperatura óptima para la germinación de la misma 35 °C.

En cuanto al efecto de la temperatura en la germinación de especies del género *Lycium*, no existen, hasta el momento, muchas publicaciones. Kos y Poschlot (2007), determinaron que las temperaturas constantes inhiben la germinación de *L. bosciifolium* y que las semillas de esta especie alcanzan el mayor porcentaje germinativo para 22/15 °C. Peter *et al.*, (2014) señalaron que la germinación de *L. chilense* resultó inhibida a 25 °C, mientras que en ensayos realizados con semillas de *L. ruthenicum* consideraban a 25 °C como temperatura óptima de germinación (Yan, 2015).

Dentro del género *Ephedra*, Young *et al.*, (1975) señalan que *E. nevadensis* y *E. viridis* germinan en una amplia gama de regímenes de temperatura tanto constantes como alternados. La germinación óptima de *E. nevadensis* se produjo a temperaturas constantes que oscilaban entre 5 y 20 °C y a temperaturas alternas de 20/25 °C en tanto que *E. viridis* tuvo germinación óptima cuando se combinaron temperaturas frías (2°C o 5 °C) y temperaturas de 15 °C a 25 °C. Para *E. alata*, Al Tasain *et al.*, (2010) determinaron que el régimen de temperatura más favorable es de 13/28 °C.

El estrés hídrico es un factor clave en la germinación y supervivencia de plántulas en las regiones áridas y semiáridas. No obstante, muchas especies que se encuentran en esas regiones poseen respuestas diferentes a este factor limitante, encontrando especies que presentan alta o baja tolerancia a este estrés en su etapa germinativa (Zalazar *et al.*, 2009). Por ejemplo, *Atriplex lampa*, especie arbustiva de uso forrajero de las zonas áridas y semiáridas de Argentina, se encuentra adaptada a germinar en condiciones de severo estrés hídrico como -2,24 MPa donde alcanza un 21 % de germinación (Passera, 1990).

Para la especie *Mimosa pudica* la germinación es completamente inhibida a partir de -1,00 MPa y sólo un 5 % germina a -0,8 MPa (Chauhan y Jhonson, 2009). Santarem *et al.*, (1996) determinaron que para *M. bimucronata* el potencial germinativo resulta afectado significativamente a partir de -0,49 MPa e inhibido a -1,09 MPa, en forma similar la germinación de *M. invisa* resulta completamente inhibida a -1,2 MPa, no obstante para esta especie el potencial germinativo es afectado significativamente a partir de -0,8 MPa donde germina aún el 50 % de las semillas (Chauhan y Jhonson, 2008).

Vernier *et al.*, (2016) trabajaron con 5 especies del género *Acacia* presentes en el bosque subtropical de Chaco seco: *A. aroma*, *A. caven*, *A. atramentaria*, *A. gilliesii* y *A. praecox* y determinaron que todas estas especies presentan altos porcentajes de germinación en el rango de 0 a -0,35 MPa, siendo la germinación muy baja o nula a los otros potenciales ensayados (-0,75 MPa, -1,20 MPa y -1,75 MPa). *A. gilliesii* presenta un potencial germinativo

menor al 10 % a partir de -0,75 MPa, siendo de las especies estudiadas la que presenta mayor tolerancia al estrés hídrico en su etapa germinativa.

Sosa *et al.*, (2005) determinaron el efecto de distintas soluciones monosalinas y bisalinas sobre la germinación de semillas escarificadas de *Prosopis strombulifera* provenientes de la provincia de San Luis, Argentina, donde la salinidad del suelo es moderada. Hasta -0,4 MPa la germinación no se vio afectada y disminuyó significativamente a partir de -1,2MPa.

El efecto del estrés hídrico en la germinación, ha sido poco estudiado para especies del género *Lycium* y *Ephedra*. En cuanto a las investigaciones publicadas, encontramos que Yang *et al.*, (2008) señalaron que para *L. ruthenicum* el potencial germinativo presenta diferencias significativas a partir de -0,39 MPa, mientras que Al Tasain *et al.*, (2009) determinaron que *E. alata* ve afectada significativamente su germinación a partir de -0,6 MPa y ésta se reduce en un 50 % para -1,5 MPa respecto al control.

En cuanto al pH, existe una gran variación del mismo dependiendo de los suelos, el clima y la vegetación. Algunas especies pueden germinar en rangos amplios de pH, mientras que otras sólo lo hacen en rangos muy estrechos. No obstante, la mayoría de las especies puede germinar en un rango de pH de 6 a 7,5 (Baskin y Baskin, 2014). El conocimiento acerca del efecto del pH en la germinación de una especie, es uno de los elementos que contribuye a determinar el potencial de uso de la misma para la restauración de ambientes degradados.

Para *M. invisa* la germinación fue superior al 79 % en un intervalo de pH de 4 a 10. (Chauhan y Jhonson, 2008). Resultados similares se obtuvieron para *Mimosa pudica* la cual germina en un amplio rango de pH (Chauhan y Jhonson, 2009), por lo que éste, no sería un factor limitante para la germinación de estas especies.

En el caso de especies del género *Acacia*, *Lycium* y *Ephedra* no se encontró trabajos que indagaran sobre el efecto del pH en la etapa germinativa de las mismas.

2.4 Dormición

En lugar de germinar inmediatamente la mayoría de las semillas muestran cierto nivel de dormición para asegurar que las condiciones ambientales sean favorables para el crecimiento de las plántulas. Se entiende a la dormición como un estado temporario de suspensión del crecimiento visible de cualquier estructura de la planta que posea un meristema (Lang *et al.*, 1987).

En condiciones ideales las semillas que se utilizan para restauración no debieran presentar dormición, permitiendo que las especies germinen en un rango amplio de condiciones ambientales, aumentando el potencial de establecimiento de las mismas y minimizando costos. No obstante, en la realidad muchas especies que se requieren para programas de

restauración, particularmente en zonas áridas, poseen distintos tipos de dormición constituyendo la ruptura de la misma un problema a resolver (Erickson, 2015).

Existen numerosas clasificaciones de los tipos de dormición. Lang (1987), clasifica a la dormición en función de la reacción inicial que controla la suspensión del crecimiento, dividiéndola en paradormición, endodormición y ecodormición. La primera tiene lugar cuando la falta de crecimiento se debe a un factor o señal bioquímica generada fuera de la estructura afectada, en el caso de la semilla fuera del embrión. En la endodormición los factores que la producen están ligados al embrión y por último en el caso de la ecodormición estos factores que impiden el crecimiento son ambientales.

Por otro lado, la dormición puede clasificarse según el momento de ocurrencia. Si la misma tiene lugar durante la maduración de la semilla en la planta madre se denomina dormición primaria y si tiene lugar después de la dispersión de la semilla se la conoce como dormición secundaria (De la Cuadra, 1992).

La dormición es un fenómeno con gran valor adaptativo y ecológico, ya que incrementa las posibilidades de supervivencia de las semillas y de las especies. Tanto el tipo de dormición que presenta una semilla como los factores naturales que eliminan progresivamente esta dormición, están estrechamente ligados con el hábitat en el cual se desarrolla la especie (Pérez García y Villamil, 1999).

Las plantas nativas dispersan semillas con tipos y grados variables de dormición. Aunque una gran variedad de métodos de ruptura de dormición han sido descriptos, los requisitos germinativos de la mayoría de las especies se encuentran sin investigar (Dayrell *et al.*, 2016).

Los métodos utilizados para eliminar la dormición de las semillas dependen del tipo, o los tipos, de dormición que presenten las mismas. Entre los métodos utilizados con mayor frecuencia pueden citarse los siguientes:

- Escarificación: Es cualquier proceso que rompa, altere mecánicamente o ablande las cubiertas seminales con el fin de hacerlas permeables al agua y a los gases. (Varela y Arana, 2011). Este pretratamiento es utilizado para romper la dormición física. La escarificación puede ser de tipo mecánica o química. En cuanto a la escarificación mecánica, la misma puede realizarse mediante la abrasión, con arena o lijas, o efectuando una pequeña perforación en la cubierta seminal. Por otro lado, en la escarificación química las semillas usualmente se colocan en una solución concentrada de ácido sulfúrico y luego son lavadas con agua destilada varias veces para remover el mismo. Debe prestarse especial cuidado al periodo de tiempo que se colocan en ácido ya que el embrión puede dañarse (Baskin y Baskin, 2014).

- Lavado: Consiste en remojar las semillas en agua corriente para eliminar los inhibidores químicos presentes en la cubierta seminal, por lo que se utiliza para semillas con paradormición. El tiempo de remojo varía usualmente entre 12 h y 72h. (Varela y Arana, 2011).
- Luz: Una de las condiciones que se requiere para la ruptura de dormición suele ser la presencia o ausencia de luz. El efecto de la luz puede evaluarse mediante el efecto de dos calidades de luz: rojo y rojo lejano.
- Estratificación fría: Este tratamiento se utiliza para romper la endodormición, consiste en colocar las semillas entre estratos que conservan la humedad e incubarlas a bajas temperaturas, entre 3°C y 5 °C generalmente, simulando a las condiciones de invierno, por un período de tiempo variable según la especie (Varela y Arana, 2011).

La efectividad de los métodos empleados para romper la latencia de las semillas está afectada, además del tipo de dormición, por el grado de la misma que experimentan las semillas, reconociéndose según Flores (2017) tres niveles: profunda, intermedia y no profunda.

Para especies del mismo género que las seleccionadas en el presente trabajo encontramos que las del género *Mimosa* frecuentemente presentan dormición física, debido a que tienen una testa dura e impermeable (Camargo Ricalde y Gether ,1998; Orozco Almanza *et al.*, 2003). Pavón *et al.*, (2011) evaluaron el efecto de la escarificación en semillas del arbusto *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* , observando que la germinación de dicha especie resulta estimulada por la misma . Orozco Almanza *et al.*, (2003) ,registraron un aumento significativo del porcentaje de semillas germinadas en el tratamiento de escarificación respecto al control para *Mimosa depauperata*, *M. lacerata*, *M. similis*, y *M. texana*, especies presentes en la zona semiárida de Queretaro, México. Montaña-Arias *et al.*, (2015) lograron resultados similares con la técnica de escarificado para, *Mimosa aculeaticarpa* var. *aculeaticarpa* y *M. luisana* . Para estas especies el porcentaje de semillas que germinó luego del escarificado fue un 60% mayor que para semillas sin escarificar.

En el caso de *Acacia gilliesii* Vernier *et al.* (2012), trabajaron con semillas recolectadas de ejemplares de Chacaní, Córdoba y determinaron que las mismas no presentan dormición física. Señalaron que las semillas no presentan cubierta impermeable, dado que tanto las que fueron escarificadas como las que no, se imbibieron y germinaron. Esto se atribuye a que las semillas de esta especie se dispersan durante el periodo húmedo del año, cuando las condiciones son favorables para la germinación y el establecimiento de plántulas de la misma, no requiriendo mecanismos de dormición que retrasen la germinación luego de que se dispersen las semillas, para garantizar el establecimiento exitoso de plántulas en el bosque

xerofítico de Córdoba. Dado que para esta especie ya se ha determinado que no existe dormición no se evaluarán tratamientos pregerminativos para la misma.

En cuanto a las semillas de especies del género *Prosopis*, la mayoría presentan dormición física debido a una cubierta seminal impermeable, lo que les permite regular la germinación espacial y temporalmente (Passera, 2000). Para *Prosopis strombulifera* se ha utilizado en numerosas investigaciones la técnica de escarificación química con ácido sulfúrico para romper dicha dormición (Sosa *et al.*, 2005; Llanes *et al.*, 2005; Reginato, 2014; Llanes *et al.*, 2016). No obstante, no se encontraron estudios previos que evalúen el potencial germinativo de la misma para otros tipos de tratamientos pregerminativos.

Para especies del género *Lycium*, Wang *et al.* (2011), estudiaron el efecto de la estratificación en frío y el almacenamiento en seco a temperatura ambiente sobre las semillas de *Lycium ruthenicum* y *Lycium barbarum*, dos arbustos xeromórficos nativos de Asia Central. Las semillas de ambas especies mostraron un mayor porcentaje germinativo y mayor velocidad de germinación cuando fueron almacenadas en condiciones de humedad y a baja temperatura (-5°C y 4 °C). Por lo que concluyeron que la estratificación en frío es un método adecuado para la ruptura de dormición en estas especies. Por otro lado, Soriano (Citado por Maceda *et al.*, 2004) señaló que *Lycium chilense*, arbusto endémico de Argentina y Chile, posee requerimientos específicos para su germinación que incluyen la estratificación y alternancia de temperaturas (20-25 °C). Sin embargo para esta misma especie, Peter *et al.* (2014), indicaron que tras la aplicación de distintos tratamientos pregerminativos (estratificado, escarificado y aplicación de giberelinas) no obtuvieron diferencias significativas en el porcentaje de semillas germinadas respecto al testigo.

Por otro lado, para dos especies del género *Ephedra*, *E. viridis* y *E. nevadensis*, Kay *et al.*, (1977) señalaron que las semillas suelen presentar dormición al momento de cosecha pero ésta desaparece luego de unos meses de almacenamiento o de un periodo de estratificación. Para *E. equisetina*, *E. Intermedia* y *E. monosperma* también se aplicó la técnica de estratificación para romper la endodormición que presentan las semillas (Wang *et al.*, 2009, citado por Baskin y Baskin, 2014). Wei *et al.* (2009), determinaron que para *E. sinica* el lavado y la aplicación de ácido giberélico pueden aumentar el porcentaje y la velocidad germinativa, los investigadores concluyeron que esta especie presenta inhibidores en la cubierta seminal.

Cabe destacar que la ruptura de la dormición y la germinación son dos procesos distintos que pueden tener requerimientos diferentes por ello, para lograr la germinación exitosa de distintas especies se debe prestar atención a los requerimientos de ambos procesos (Baskin y Baskin, 2014).

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. Descripción de las especies estudiadas

Se trabajará con las semillas de los arbustos nativos que se describen a continuación:

3.1.1 *Mimosa ephedroides* (Gillies ex Hook. & Arn; Benth)

3.1.1.1 Clasificación

Pertenece a la Clase Magnoliópsida, Orden Fabales, Familia Fabacea y dentro de la misma subfamilia Mimosoidea, género Mimosa.

3.1.1.2. Sinonimia

- *Prosopis ephedroides* (Gillies ex Hook & Arn.)

3.1.1.3 Nombre común

A esta especie se la conoce vulgarmente con los siguientes nombres: “alfafilla”, “prendedor” y “pichana negra”.

3.1.1.4 Origen y distribución

Es un endemismo argentino de la región pre-andina central, se encuentra desde Catamarca hasta el norte de Mendoza, San Luis y San Juan (Ulibarri, 1994).

3.1.1.5 Descripción botánica

Arbusto subáfilo de 0,40-1,80 m de altura; ramas en general creciendo hacia arriba, paralelas, 12-18 por tallo), de 1-2,5 mm de diámetro, con nudos sólo visibles por las yemitas escamosas alternas, a más o menos 0,5-2,5 cm unas de otras, ramitas con el ápice seco, sub-espinoso, punzante; ramas más viejas leñosas, con corteza gris persistente.

Hojas escasas, muy caducas, uniyugas, pecíolo filiforme acuminado, de 2-7 mm de largo; estípulas persistentes, subuladas, glabras, secas y rojizas, de 1-4 mm de largo, pinas con raquis de 2-8 mm de largo, con 2-4 pares de folíolos glabros, membranáceos, uninervios, oblongo-elípticos, obtusos o subagudos, no marginados, de 1,8 -3,5 mm de largo, estipulas mínimas lineales, generalmente una sola en la base de la pina. Muchos nudos sin hojas desde el principio, en ese caso los nudos suelen llevar un par de estipulas con un inucrón mediano que representa la hoja atrofiada (Burkart, 1948).

Capítulos axilares, solitarios, blancos, blanco-amarillentos o levemente rosados, sobre pedúnculos finamente pubérulos, estriados, de 0,3-1,7 cm de largo.; brácteas lanceolado-subuladas, rojizas, persistentes, geniculadas y pubescentes en el medio, de 2-3 mm de largo., cáliz de casi 1 mm de largo., con 4 dientes desiguales (uno mayor), glabro, eciliado o con varias ciliadas cada uno; pétalos 4 (-5), membranáceos, uninervios, pubérulos en el ápice, de 2,5-3 mm de largo ; estambres 8 (-10), 3 veces más largos que la corola, ovario pubescente o glabro (Burkart, 1948).

Lomento oblongo, muy comprimido, foliáceo, glabro e inermes, brevemente estipitado y acuminado, 9,5 cm de largo por 1-1,4 cm de diámetro; replum flexuoso desnudo, persistente,

artejos indehiscentes, subcoriáceos, finamente reticulados, de contorno elíptico con los extremos truncados; semilla en posición longitudinal en el centro de cada artejo, castaña, comprimida, oval-acuminada, de 5-8 mm de largo por 4,5-5 mm de ancho (Burkart, 1948).

3.1.1.6 Floración y fructificación

Presenta floración continua y puede encontrarse con flores y frutos desde principios de enero hasta mediados de marzo (Figuras 1y 2).



Figura 1. Flores de *Mimosa ephedroides*, Reserva Natural Bosques Telteca, enero 2016.

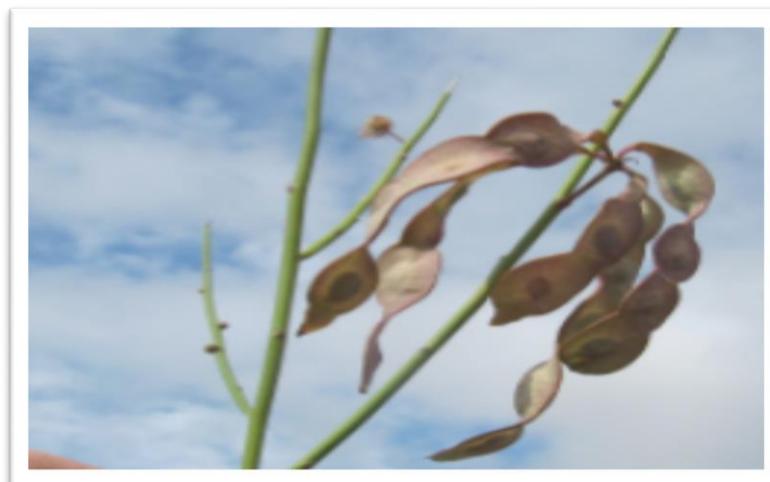


Figura 2. Frutos de *Mimosa ephedroides*, Reserva Natural Bosques Telteca, enero 2016.

3.1.1.7 Aspectos ecológicos

Extremadamente xerófila. Psamófila. Crece en la parte alta de médanos. Especie forrajera para ganado caprino.

En La Rioja se la ha observado en grandes asociaciones abiertas, en la región de Ramblón, creciendo junto con *Cercidium australe*, *Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *Cassia aphylla*, *Cereus aethiops*, *Echinopsis sp.*, *Bulnesia retama* y *Suaeda sp.*, formando matorrales y predominando por varios kilómetros de extensión (Burkart, 1948). En Mendoza se encuentra

al norte en la Travesía de Guanacache asociada a especies psamófilas como *Sporobulus rigens* y *Ephedra boelckeii* (Roig et al., 2000)

3.1.2 *Acacia gilliesii* (Steud.A. St.-Hil)

3.1.2.1. Clasificación

Pertenece a la Clase Magnoliópsida, Orden Fabales, Familia Fabacea y dentro de la misma subfamilia Mimosoidea, género Acacia.

3.1.2.2. Sinonimia

- *Acacia furcatispina* (Burkart)
- *Magnaroa furcata* (Gillies ex Hook & Arn.)
- *Senegalia gilliesii* (Steud.), Seigler & Ebinger

3.1.2.3 Nombre común

A esta especie se la conoce con los siguientes nombres comunes “garabato”, “garabato negro”, “uña de gato” y “garabato macho”.

3.1.2.4 Origen y distribución

Especie originaria de Argentina, Chile y Bolivia. Se encuentra desde la provincia de Chaco hasta Mendoza, donde forma comunidades extensas e impenetrables en el piedemonte. El tipo procede de Mendoza (Ruiz Leal, 1972).

3.1.2.5 Descripción botánica

Árbol o arbusto de 1,3-4 m de alto, hórridamente enmarañado. Ramas generalmente lisas y glabras. Espinas axilares solitarias, bífidas robustas o pequeñas.

Hojas 2-6 yugadas; peciolo piloso eglanduloso, raquis primario piloso mucronulado, con pequeñas glándulas sésiles circulares, pubescentes a la altura del último o de los últimos pares de raquis secundario, foliolos 2-4 mm de largo por 0,5-1 mm de diámetro, agudos a veces acuminados, con cara abaxial y bordes estrigosos, 8-20 pares por raquis secundario.

Inflorescencias en capítulos globosos, con pedúnculo simple. Flores amarillas o blanquecinas, agrupadas en racimos o panículas cortas del largo de las hojas; brácteas 1,5 mm largo por 0,5 mm de diámetro ; cáliz 2,4-5 mm de largo, 5-6 dentado, corola 3-5 mm de largo, 5-6 dentada; estambres 6-10 mm de largo; ovario súpero, unicarperlar, piloso en algunas zonas.

Fruto tipo legumbre, vainas grandes, bivalvas, oblongo sinuadas, membranáceas, comprimidas, con 5-8 semillas. (Ruiz Leal, 1972).

3.1.2.6 Floración y fructificación

La floración de esta especie tiene lugar a comienzos de diciembre (Figura 3), en tanto que la fructificación a principios de enero, pudiendo encontrarse frutos maduros y en gran cantidad en el Cerro de la Gloria hacia fines de marzo. Los frutos se encuentran maduros cuando la coloración es marrón y pareja en ambas caras de la vaina.



Figura 3. Floración de *Acacia gilliesii*, Cerro de la Gloria, marzo 2016.

En función de las condiciones meteorológicas de cada año, al pie de cada individuo puede llegar a encontrarse semillas del año anterior del banco de semillas del suelo (Figura 4) pero las mismas suelen estar muy afectadas por insectos por lo que se recomienda la cosecha sea de frutos que se encuentran aún en la planta madre.

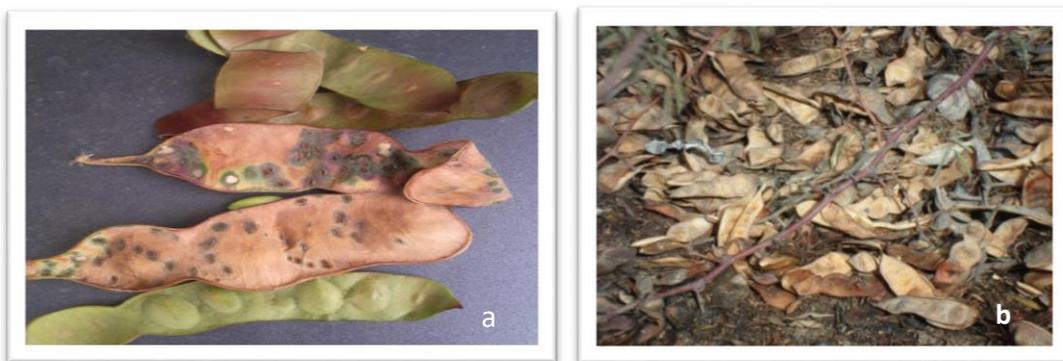


Figura 4.a) Frutos maduros e inmaduros de *Acacia gilliesii* b) Banco de semillas del suelo, Cerro de la Gloria, marzo 2016

2.1.2.7 Aspectos ecológicos

Prefiere suelos arenosos y pedregosos (Ruiz Leal, 1972). Aprovecha bien los escurrimientos temporarios. Especie riparia. Entre sus funciones ecológicas se encuentran la protección contra aluviones, dado que es una importante fijadora de márgenes, y refugio de avifauna. Debido a ello se ha recomendado su protección y repoblación (Méndez, 1993).

3.1.3 *Prosopis strombulifera* (Lam.; Benth.)

2.1.3.1 Clasificación

Pertenece a la Clase Magnoliópsida, Orden Fabales, Familia Fabacea y dentro de la misma subfamilia Mimosoidea, género *Prosopis*.

3.1.3.2 Sinonimia

- *Mimosa strombulifera* Lam.
- *Spirolobium australe* Orb.
- *Stromocarpa strombulifera* (Lam.) A. Gray
- *Acacia strombulifera* (Lam.) Willd.

3.1.3.3 Nombre común

Se conoce a esta especie con los siguientes nombres comunes: "Retortuño", "Mastuerzo", "Fortuna", "Espinillo", "Retortón".

3.1.3.4 Origen y distribución

La distribución de esta especie cubre la parte occidental de Argentina, desde Salta hasta Río Negro y también se encuentra en el norte de Chile (Burkat, 1976).

3.1.3.5 Descripción botánica

Subarbusto de base leñosa de 15 cm-1 m alto; tallos flexuosos, grisáceos, delgados, estriados longitudinalmente; estípulas espinosas, divergentes, rectas, grises; hojas uniyugas, cuando jóvenes pubérulas, luego glabras, pecíolo con ápice subulado y glándula sésil entre las pinas; pinas con folíolos alternos, 3-8 folíolos a cada lado de la pina, oblongos, obtusos o subagudos, oblicuos en la base; pedúnculos solitarios, axilares. Posee raíces gemíferas.

Flores en capítulos globosos de 1,5 cm de diámetro en la antesis; flores amarillas; cáliz campanulado pubérulo; pétalos unidos hasta la mitad, peludos por dentro; estambres y estilo ampliamente exertos; ovario vellosos (Figura 5).

Fruto amarillo limón, glabro a la madurez, radiado desde el receptáculo como cuerpos reducidos, cilindro formado por 8-17 espiras regulares, densamente cerradas, exocarpo crustáceo, endocarpo septado con artejos longitudinales dehiscentes, mesocarpo pulposo color rojizo; semilla oval (Burkat, 1976).

3.1.3.6 Floración y fructificación

La floración se inicia en noviembre y a principios de diciembre llega a su máxima expresión (Figura 5).



Figura 5. Floración de *Prosopis strombulifera*, El Jume, diciembre 2015.

La fructificación se inicia a mediados de diciembre y pueden cosecharse frutos maduros a finales de diciembre y marzo (Figura 6).



Figura 6. Frutos inmaduros de *Prosopis strombulifera* El Jume, enero 2016.

3.1.3.7 Aspectos ecológicos

Es capaz de adaptarse a condiciones salinas extremas y puede colonizar nuevas áreas salinas gracias a un sistema radical gemífero, lo que permitiría su uso como especie fijadora de suelos. Es apetecida por el ganado caprino (De La Vega Socha, 1996).

3.1.4 *Lycium tenuispinosum* (Miers)

3.1.4.1 Clasificación

Pertenece a la Clase Magnoliópsida, Orden Solanales, Familia Solanaceae y dentro de la misma subfamilia Solanoidea, tribu Lycieae, género Lycium.

3.1.4.2 Sinonimia

- *Lycium floribundum* Dunal var. *tenuispinosum* (Miers)

- *Lycium chubutense* Dusén
- *Lycium patagonicum* (Miers) var *pubescens* A. Terracc.;
- *Lycium salsum* Ruiz & Pav. var. *floribindum* (Dunal)

3.1.4.3 Nombre común

Se la conoce con los nombres comunes de “piquillín de la víbora”, “yauyin espinudo” o “pela surí”.

3.1.4.4 Origen y distribución

Originaria de Argentina y Chile. En Argentina se distribuye en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Chubut, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Río Negro, Santa Fe, San Luis y Santiago del Estero.

3.1.4.5 Descripción botánica

Arbusto pubescente, con abundantes tricomas glandulares, ramas normalmente flexuosas y arqueadas. Hojas membranáceas o algo carnosas, linear-obovadas de 1,5-15 mm de largo y 0,5-2 mm de diámetro.

Flores normalmente pentámeras, perfectas, solitarias. Cáliz tubular-acampanado, con lóbulos más largos que el tubo. Corola infundibuliforme, con tubo de 4-8 mm de largo y lóbulos elípticos de 2,5-4,5 mm de largo. Estambres insertos en el tercio medio del tubo corolino.

Fruto tipo baya de color amarillento, anaranjado, rojo o atropurpúrea, globosa algo achatada en el ápice.

3.1.4.6 Floración y fructificación

Posee una floración y fructificación extensa y continua. La floración comienza a principios de noviembre llegando a un 100% en el transcurso de 30 días (Figura 7). Se la puede encontrar con flores y frutos aún en época invernal si las condiciones hídricas así lo permiten. La fructificación alcanza valores elevados a fines de diciembre y marzo (Figura 8).

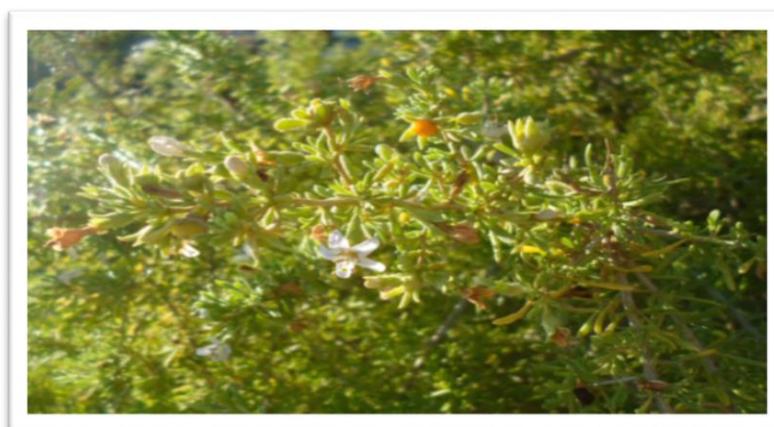


Figura 7. Floración de *Lycium tenuispinosum*. El Jume, diciembre 2015



Figura 8. Frutos de *Lycium tenuispinosum*. El Jume, marzo 2016.

3.1.4.7 Aspectos ecológicos

Habita en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia es halófila y posee adaptaciones al xerofitismo. Crece en suelos arenosos y degradados.

Es utilizada como alimento por los animales domésticos (Allegretti, com. personal). Constituye el alimento preferido de algunas aves del Monte (Ríos *et al.*, 2014). Presenta gran valor para la revegetación de taludes inestables (Dalmaso y Ciano, 2015).

3.1.5 *Ephedra ochreate* (Miers)

3.1.5.1 Clasificación

Pertenece a la Clase Gnetopsida, Orden Ephedrales, Familia Ephedraceae y dentro de ésta género Ephedra.

3.1.5.2 Sinonimia

- *Ephedra ochreate* Miers *var striata* Gillies ex Miers.

3.1.5.3 Nombre común

Se la conoce con los nombres comunes de "Solupe", "Tramontana", "Frutilla", "Fruta del piche", "Cupará" y "Pico de loro".

3.1.5.4 Origen y distribución

Especie endémica de Argentina. Habita el monte occidental y la estepa patagónica, encontrándose desde Catamarca hasta el norte de Santa Cruz hasta los 2100 msnm.

3.1.5.5 Descripción botánica

Arbusto dioico, erecto hasta 1 m de alto o formando amplias matas arbustivas o subarbustivas, 0,50-0,80 m de alto, de proyección semicircular, de 2-4 m de diámetro; ramas jóvenes erectas,

muy gruesas de 1,5-3 mm de diámetro; hojas coriáceas, rígidas, persistentes, con dientes aleznados, puntiagudos en el ápice.

Estróbilos masculinos piramidales, simples, sésiles, de 7-9 mm de longitud; estróbilos (Fig.9 a) femeninos 8-10 mm de largo; brácteas sub-apicales, cortas con respecto a las apicales y estas últimas soldadas en casi toda la totalidad de su longitud, cubriendo las semillas casi totalmente (Figura 9b); estróbilos maduros rojos (Figura 10) (excepcionalmente blancos), carnosos, con 3 semillas, raramente 2 o 4; semillas aovado-oblongas, rugosas, con estrías numerosas, de 5,8-7 mm de largo por 2,7-3,8 mm de diámetro. (Ruiz Leal, 1972).

3.1.5.6 Floración y fructificación

En la Península de Valdez se ha registrado que florece a principios de primavera y pueden obtenerse frutos maduros en diciembre (Rita, 2015). En Mendoza pudo observarse frutos maduros a fines de enero en el departamento de San Rafael.



Figura 9. Conos masculinos (a) y conos femeninos (b) de *Ephedra ochreta*. Fuente: Juan Rita ,2015.



Figura 10. Frutos maduros de *Ephedra ochreata*, San Rafael, enero 2016.

3.1.5.7 Aspectos ecológicos

Crece en terrenos arenosos. Constituye un recurso alimenticio de emergencia, siendo plantas masivamente fructíferas. Los brotes jóvenes pueden ser ramoneados durante todo el año, constituyendo una oferta de forraje durante el crítico período invernal, atenuando de esta manera las deficiencias del forraje estacional (Ruiz Leal, 1972).

3.2 Recolección de frutos

La cosecha de frutos y semillas se efectuó en la provincia de Mendoza entre los meses de noviembre de 2015 y marzo de 2016 (Tabla 1).

Tabla 1. Especie, fecha de cosecha, lugar y coordenadas de recolección de los frutos.

Especie	Fecha de cosecha	Lugar de recolección	Coordenadas
<i>Mimosa ephedroides</i>	17/03/2016	Reserva Natural Bosques Telteca	32° 21´ 59,4" S 67° 54´ 26,9" W
<i>Acacia gilliesii</i>	06/03/2016	Cerro de la Gloria	32° 32´ 5,06" S 68° 31´ 52,86" W
<i>Prosopis strombulifera</i>	22/03/2016	El Jume	33° 6´ 43,09" S 68° 39´ 14,46" W
<i>Lycium tenuispinosum</i>	22/03/2016	El Jume	33° 6´ 43,09" S 68° 39´ 14,46" W
<i>Ephedra ochreatea</i>	25/01/2016	Salinas del Diamante	34° 46´ 2,06" S; 68° 58´ 48,45" W

A continuación se realiza una breve descripción de los lugares de recolección:

3.2.1 Reserva Bosques Telteca

Frutos maduros de *M. ephedroides* fueron recolectados en la Reserva Bosques Telteca en el departamento de Lavalle. La misma pertenece a la provincia fitogeográfica del Monte. La precipitación media anual no supera los 160mm. Se encuentra en una planicie arenosa con médanos vivos y cauces abandonados de la era postglacial. Existe agua freática a escasa profundidad.

En cuanto a la comunidad vegetal donde se procedió a la cosecha de semillas de *M. ephedroides* (Figura 11), la misma se caracterizó mediante un inventario fitosociológico (Braun Blanquet, 1979). La comunidad vegetal estaba formada por dos estratos (uno arbustivo y otro herbáceo), la riqueza la conforman 8 especies de las cuales las que presentaron mayor abundancia relativa eran *Mimosa ephedroides*, *Tricomaria usillo* y *Panicum urvilleianum*.



Figura 11. Comunidad vegetal del médano, Reserva Bosque Telteca, enero 2016.

3.2.2 El Jume

Los frutos de *L. tenuispinosum* y *P. strombulifera* fueron recolectados en un monte natural en la localidad denominada El Jume la cual pertenece al distrito de Barrancas, departamento de Maipú.

El mismo se encuentre en la provincia fitogeográfica del Monte. Presenta un clima templado cálido con temperaturas máximas absolutas de 44 °C (enero) y mínimas absolutas de -9,2 °C (julio). Los vientos predominantes son del oeste y sudoeste. La precipitación media anual es de 200 mm (IDR, 2016).

En cuanto a la comunidad vegetal natural del lugar pudo observarse que la especie dominante era *Suaeda divaricata* con un porcentaje de cobertura mayor al 25%, constituyendo el lugar un "vidrieral". Se determinaron dos estratos, uno arbustivo cuya altura oscilaba alrededor del 1,5 a 2 m y otro herbáceo de 0,60 m. Las otras especies que presentaron mayor abundancia relativa fueron *Lycium tenuispinosum*, *Allenrolfea vaginata*, *Atriplex crenatifolia* y *Prosopis strombulifera*.



Figura 12. Comunidad vegetal del área de recolección, El Jume, marzo 2016.

En cuanto a las características del suelo, la textura del mismo es franco arenoso y presenta eflorescencias salinas y costras. A partir de muestras de suelo tomadas a distinta profundidad en el lugar (0-10 cm; 10-40 cm; 40-60 cm y 60-80 cm) se determinó que se trata de suelos extremadamente salinos ya que la C.E.A. (conductividad eléctrica actual) de la pasta saturada tuvo un valor superior a 16 dS/m a todas las profundidades muestreadas. Además el valor de relación de absorción de sodio (RAS) calculado fue mayor a 15 con un pH de 7,36, inferior a 8,5 lo que caracteriza al suelo como salino sódico.

3.2.3 Cerro de la Gloria

Los frutos de *A. gilliesii* fueron recolectados en el Cerro de la Gloria (Figura 13) perteneciente al departamento de Capital. El mismo se encuentra en la provincia fitogeográfica del Monte. Presenta clima templado semiárido con tendencia a cálido. La precipitación media anual es de 213 mm. Predominan los vientos del oeste y suroeste durante otoño e invierno y del sur durante primavera y verano. La temperatura mínima absoluta desciende a -9,2 °C (julio) temperatura máxima absoluta alcanza a los 42,7°C (enero) y la media anual es de 15,6°C (IDR, 2016).

En cuanto a la comunidad vegetal la misma es riparia y se encuentra conformada por tres estratos, un arbustivo alto (2,5 m-3 m), un arbustivo bajo (1,5 m) y uno herbáceo (0,60 m). La especie dominante es *Acacia gilliesii* la cual presenta más de un 37% de cobertura. En el estrato arbustivo se encontró además a especies como *Lycium tenuispinosum*, *Tricomaria usillo*, *Larrea cuneifolia* y *Grabowskya obtusa*, en tanto que el estrato herbáceo estaba conformado por *Tricloris crinita*, *Spheralcea miniata*, *Digitaria californica*, *Solanum eleagnifolium* y *Pappophorum caespitosum* entre otras.



Figura 13. Comunidad vegetal del área de recolección de frutos de *Acacia gilliesii*, Cerro de la Gloria, marzo 2016.

El Cerro de la Gloria constituye desde el punto de vista geológico una cerrillada pedemontana de poca altura proveniente de plegamientos terciarios. La pendiente es mayor a 5%. Los suelos son pedregosos y sueltos (glacis primario).

3.2.3 Salinas del Diamante

Los frutos de *E. ochreta* fueron recolectados cerca de la ruta 40 nueva que une el Embalse Agua del Toro con la Laguna Salinas de Diamante, en el departamento de San Rafael, a 5 km del empalme con la ruta 144.

La zona de recolección se encuentra en la provincia fitogeográfica Patagónica. El clima es templado cálido. La precipitación media anual es de 320 mm. La temperatura mínima absoluta desciende a -15,2 °C (julio), la temperatura máxima absoluta alcanza a los 40°C (enero) y la temperatura media anual es de 15,6 °C. El suelo es de textura arenosa y la pendiente de 0,5%.

La comunidad vegetal es un solupal formado por dos estratos, uno arbustivo (1,5m) y uno herbáceo (0,6 m). En el estrato arbustivo además de *Ephedra ochreta* que es la especie dominante se encontró a *Lycium chilense*, *Prosopis flexuosa* y *Atriplex lampa*, en tanto que el estrato herbáceo estaba conformado por *Poa sp*, *Muhlenbergia sp*, *Stipa sp*, *Aristida mendocina* y *Panicum urvillleanum*.



Figura 14. Comunidad vegetal del área de recolección de frutos de *Ephedra ochreata*, San Rafael, enero 2016.

3.3 Almacenamiento

Luego de cosechar los frutos se procedió a la separación de los mismos de impurezas (restos vegetales y tierra.). Posteriormente se almacenaron dentro de bolsas de papel madera en ambiente seco y a temperatura ambiente. Para evitar la afectación de los frutos por insectos se colocó 10 g de Carbaryl en cada una de las bolsas, procediendo luego a sacudirlas para asegurar que todos los frutos quedaran impregnados con este compuesto, distribuyéndolo de esta manera en forma homogénea.

En el caso de *Lycium tenuispinosum* y *Ephedra ochreata* para la obtención de semillas se procedió al trillado de los frutos (Figura15). Para las demás especies la separación se efectuó en forma manual.



Figura 15. Caja trilladora

3.4 Caracterización del material recolectado

El material de las 5 especies seleccionadas fue caracterizado mediante los siguientes parámetros:

3.4.1 Peso de 1000 semillas (g)

Para determinar el peso de las semillas se utilizó una balanza de precisión. Se pesaron 6 repeticiones de 100 semillas cada una, el valor promedio de las repeticiones se expresó luego en peso de 1000 semillas.

3.4.2 Porcentaje de semillas parasitadas y vanas

El número de semillas parasitadas y vanas se determinó sobre una muestra aleatoria de 100 semillas, expresándose el mismo en porcentaje.

Se consideró parasitada una semilla que mostró indicios de afectación por insectos y se consideró vana aquella semilla cuyo embrión estaba muerto o no estaba y por lo tanto no presentaba capacidad de germinar. En el caso de la especie *L. tenuispinosum* no fue posible detectar si las semillas se encontraban parasitadas.

El número de frutos parasitados fue determinado en 6 repeticiones conformadas por 10 frutos seleccionados al azar, expresándose el valor medio en porcentaje. Se consideró fruto parasitado a aquel que mostrara indicios de afectación por insectos.

3.4.3 Tamaño, peso y número de semillas por fruto

Se realizó el pesaje en una balanza de precisión a 6 repeticiones conformadas cada una por 10 frutos seleccionados al azar.

El largo y ancho (cm) de los frutos fue medido con un calibre y se determinó a partir de 6 repeticiones de 10 frutos seleccionados al azar. En el caso de *L. tenuispinosum* y *E. ochreatea* no se realizaron estas determinaciones.

El número de semillas por fruto, fue determinado en 6 repeticiones conformadas por 10 frutos seleccionados al azar.

3.4.4 Prueba de viabilidad

Para la determinación de viabilidad mediante la prueba de tetrazolio se realizó por cada especie 3 repeticiones de 10 semillas cada una. Las semillas se partieron a la mitad y luego las mitades que poseían embrión se embebieron en una solución al 2,5% de 2,3,5 trifeniltetrazolio. Se dejaron en oscuridad en una estufa a 40°C durante una hora y luego se efectuó el recuento de aquellas semillas cuyo embrión estaba coloreado de rojo para lo cual se utilizó una lupa binocular.

Se efectuó un promedio entre las tres repeticiones y se estableció el porcentaje medio de semillas vivas. En todos los casos, los valores que se presentan, corresponden a las medias aritméticas de las repeticiones realizadas.

3.5 Ensayos de germinación

Los ensayos de germinación fueron realizados en la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias entre abril 2016 y marzo 2017.

3.5.1 Condiciones generales

Los ensayos se realizaron en cajas de Petri de 8,5 cm de diámetro. Las mismas fueron acondicionadas con 3 discos de papel tissue y humedecidas hasta saturación con las soluciones correspondientes para cada ensayo (temperatura, estrés hídrico y pH). Previo a su uso, los discos de papel fueron esterilizados en autoclave y las cajas de Petri desinfectadas con alcohol.

Las semillas fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio (2 g/l de cloro activo) por inmersión completa durante 5 minutos y luego se lavaron 3 veces con agua destilada (Ibañez y Passera, 1997). Todos los ensayos contaron con 4 repeticiones de 10 semillas cada una por cada nivel del factor a analizar. Las semillas a utilizar fueron previamente seleccionadas y sólo se utilizaron semillas consideradas morfológicamente normales. No se realizaron tratamientos pre-germinativos.

La siembra de las cajas de Petri se realizó en el gabinete de flujo laminar de la cátedra de Fisiología Vegetal (Figura 16). Previo a la siembra, se procedió a activar la luz ultravioleta durante 15 minutos para garantizar la esterilidad del lugar donde se colocaron los materiales.

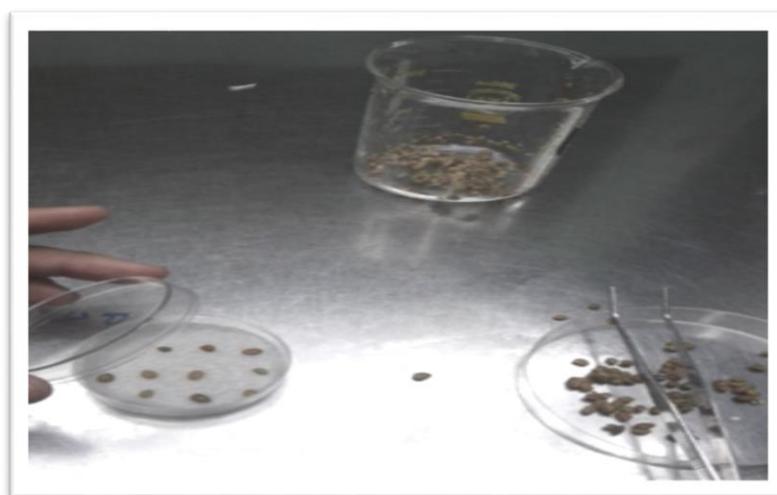


Figura 16. Siembra en gabinete de flujo laminar

Para efectuar los recuentos se consideró semilla germinada aquella cuya radícula tuviera un milímetro o más de crecimiento (Evenari, 1956), las mismas fueron eliminadas en cada recuento.

Por otra parte los ensayos se realizaron en condiciones de oscuridad continua. Los recuentos se efectuaron cada 24 h durante la primer semana del ensayo y luego cada 48 h. La duración de los ensayos fue de 30 días.

3.5.2 Ensayo de temperatura

El ensayo de temperatura se realizó en forma simultánea en 6 cámaras de crecimiento e incluyó tratamientos a 0, 10, 20, 30, 40 y 50 °C.

Los discos de papel de las cajas de Petri fueron humectados hasta saturación con agua destilada. Los subsiguientes ensayos, es decir estrés hídrico, pH y ruptura de dormición, se realizaron a la temperatura que en este ensayo se obtuvo como la óptima. La temperatura de cada cámara se controló en cada recuento mediante un termómetro (Figura 17).



Figura 17. Cajas de Petri en cámara de crecimiento

3.5.3 Ensayo de estrés hídrico

Para la determinación del efecto del estrés hídrico en la germinación, las semillas fueron colocadas a germinar a la temperatura determinada como óptima en el ensayo previo (30°C para *A. gilliesii*; 20 °C para *M. ephedroides* y *P. strombulifera*; 10 °C para *L. tenuispinosum* y *E. ochreta*) en soluciones de manitol con los siguientes potenciales agua: 0.0, -0.14, -0.28, -0.56, -1,12 y -2,24 MPa (Ibañez y Passera, 1997). Con el objeto de obtener la concentración deseada de las soluciones, el peso del manitol fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$g(\text{manitol}) = (P \cdot V \cdot m) / RT \quad (\text{Fernández y Jhonston, 1986})$$

Donde: P = potencial osmótico deseado (bar). ; V = volumen (l); m = peso molecular del compuesto (182,17 g/mol para manitol); R = 0,08205; T = T °C + 273

3.5.4 Ensayo de pH

Para la determinación del efecto del pH en la germinación, las semillas fueron colocadas a germinar a la temperatura determinada como óptima en el ensayo previo (30 °C para *A.*

gilliesii; 20 °C para *M. ephedroides* y *P. strombulifera*; 10 °C para *L. tenuispinosum* y *E. ochreata*). Se estudió el efecto del pH usando una solución nutritiva preparada en base a una solución madre cuya composición se detalla en la Tabla 2. La solución nutritiva se utilizó para que el medio fuera químicamente estable y no experimentara grandes cambios en el tiempo. Por otro lado, la solución nutritiva permite minimizar el efecto de las sales.

Tabla 2. Composición de la solución madre y solución nutritiva a utilizar del ensayo de pH

Composición	Solución madre		Solución nutritiva a utilizar	
	Pesar(mg)	Enrasar a (ml)	ml a agregar a 1L de solución madre	Concentración final mg/L
NO3 NH4	165000	1000	5	825
NO3 K	95000	1000	10	950
SO4Mg.7H2O	37000	1000	5	185
P04H2K	17000	1000	5	85
Cl2Ca	44000	1000	5	220
EDTA Na2	3730	1000	10	37,3

La solución nutritiva se ajustó al pH deseado mediante su corrección con KOH (6mg/100cc) para obtener los siguientes tratamientos de pH, 5-6-7-8 y 9. Se procedió a verificar el pH de cada solución preparada mediante un pHmetro.

3.5.5 Ruptura de dormición

Para *M. ephedroides* se consideró que no es necesaria la realización de tratamientos pregerminativos según los resultados obtenidos en el presente trabajo en lo que refiere al ensayo de viabilidad y temperatura. Para *A. gilliesii* y *P. strombulifera* la dormición de las semillas ya ha sido estudiada en otros trabajos por lo cual no se abordó.

Para *L. tenuispinosum* y *E. ochreata* se realizó un tratamiento pregerminativo para mejorar el poder germinativo a través de la ruptura de posibles estados de dormición en las simientes.

3.5.5.1 Efecto de la luz en la germinación de *L. tenuispinosum*.

Para *Lycium tenuispinosum* se investigó la incidencia de dos calidades de luz en la germinación. Debido al tamaño de las semillas y las escasas reservas del embrión, se sospechaba que la germinación podría verse afectada por la calidad de luz a la que están expuestas las semillas.

Las semillas y los discos de papel utilizados fueron acondicionados según lo descrito en el apartado 3.5.1. Para este ensayo se utilizaron pesafiltros desinfectados con alcohol. La siembra se realizó en gabinete de flujo laminar. Los pesafiltros fueron tapados con papeles de celofán según los siguientes tratamientos (Figura 18):

- Tratamiento luz Rojo: se colocaron dos celofanes rojos

- Tratamiento luz Rojo Lejano: se colocaron dos celofanes rojos, uno azul y uno verde.

Se efectuaron 4 repeticiones por tratamiento de 10 semillas cada una. Las semillas germinadas fueron eliminadas en cada recuento. La temperatura de incubación fue de 28 °C. La luz se proporcionó en forma artificial mediante un foco de 75 Watt.



Figura 18. Pesafiltros con papel celofán utilizados en el ensayo de luz.

3.5.5.2 Efecto de la estratificación en la germinación de *E. ochreata*.

Para la especie *E. ochreata* se sospecha a partir de pruebas preliminares que un 30-40 % de las semillas podrían presentar dormición, por ello se procedió a realizar una estratificación en frío, basándose en la bibliografía analizada en la cual se cita que especies de este género pueden presentar endodormición la cual puede eliminarse mediante la estratificación.

Se colocó un testigo a germinar sin ningún tratamiento. Para la realización de la estratificación en frío las semillas seleccionadas al azar fueron colocadas entre capas de papel tissue embebido hasta saturación con agua destilada, dentro de un recipiente plástico herméticamente cerrado (Figura 19). Una vez realizada la siembra en el gabinete de flujo laminar fueron llevadas a una cámara de incubación a 0 °C.

Las semillas permanecieron en la cámara a 0 °C durante 24 y 48 h según el tratamiento correspondiente. Luego de cumplir con el tiempo de estratificado asignado fueron sembradas en gabinete de flujo laminar en cajas de Petri y puestas en cámaras de incubación a la temperatura de 10°C que fue la determinada como óptima para *E. ochreata*.



Figura 19. Semillas de *Ephedra ochreate* preparadas para estratificación

3.6 Análisis estadístico de los datos

Para poner a prueba los resultados obtenidos se llevó a cabo los ANOVA de una vía correspondientes utilizando el software InfoStat 2016. La proporción de semillas germinadas (p) al final del ensayo fue transformada mediante la función arcoseno \sqrt{p} a los fines de realizar el ANOVA. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se analizaron de acuerdo a la prueba post hoc de rangos de Tukey al nivel de significancia del 5%. Se presentan los valores del estadístico F y del p-valor.

Los valores de germinación se expresaron sin transformar como porcentaje de semillas germinadas en todos los gráficos.

4. RESULTADOS

4.1 Características de los frutos y semillas

A continuación se presentan los resultados de las mediciones realizadas respecto a los caracteres morfogeométricos del material recolectado para cada especie:

Tabla 3. Características morfogeométricas de frutos y semillas de las especies.

Especies		<i>Mimosa ephedroides</i>	<i>Acacia gilliesii</i>	<i>Prosopis strombulifera</i>	<i>Lycium tenuispinosum</i>	<i>Ephedra ochreatea</i>
		Mediciones				
Fruto	Largo (cm)	1,7±0,1	7,2 ±0,5	38,8 ± 4,4	-	-
	Ancho(cm)	1,2± 0,1	2,2±0,3	7,6±6,9	-	-
	Peso (g)	0,4±0,1	1,2±0,1	1,4±0,2	0,1±0,0	0,3±0,1
	Porcentaje parasitado	12,0±0,8	44±16,7	84±20,7	25±7,1	22±4
	Número de semillas	4,0± 2,5	5,88± 0,8	15,1± 2,1	26,1±1,9	3,0±0,0
Semillas	Peso de mil semillas(g)	25,2 ±0,2	111,9 ± 6,2	19,6 ± 0,6	0,4±0,1	14,9±4,6
	Porcentaje vanas	18	9	16	-	21
	Porcentaje parasitadas	12	27	37	-	11

En la Tabla 3 puede observarse que a excepción de *L. tenuispinosum* en el que no se detectó si las semillas se encontraban parasitadas o vanas, en el resto de las especies, el porcentaje de semillas no aptas para la germinación fue superior al 30 %.

La especie que presentó mayor porcentaje de semillas vanas y parasitadas fue *P. strombulifera* siendo el mismo cercano al 53 % del total de las semillas. En lo que respecta a la afectación de los frutos de esta especie por insectos, el porcentaje fue del 84 %, no obstante los mismos no presentaron la totalidad de sus semillas afectadas, variando el porcentaje de semillas en esa condición entre el 4,3 % y el 94,4 % por cada fruto afectado. Las semillas de esta especie evidencian ser sensibles al ataque de brúquidos, los cuales fueron los principales insectos identificados en el material (Figura 20). Las otras dos leguminosas que se estudian en la presente tesis, *M. ephedroides* y *A. gilliesii*, también fueron afectadas principalmente por brúquidos aunque en menor medida que *P. strombulifera*.



Figura 20. Semillas de *Prosopis strombulifera* atacadas por coleópteros de la familia Bruchidae

La especie que presentó menor porcentaje de frutos afectados por insectos así como de semillas vanas y parasitadas fue *M. ephedroides* (Tabla 3).

En cuanto al número de semillas por fruto, la especie que presentó el mayor número de semillas por fruto fue *L. tenuispinosum* y la que presentó el menor número fue *E. ochreatea* (Tabla 3).

En lo que respecta al peso de mil semillas, *A. gilliesii* registró el mayor valor con diferencias considerables respecto a las demás especies (diferencia mayor al 70 %) y *L. tenuispinosum* el menor valor (Tabla 3).

4.2 Ensayo de viabilidad

Se determinó a partir de la realización del test de Tetrazolio que *M. ephedroides* y *A. gilliesii* presentaron un alto porcentaje de semillas viables del $90 \pm 8,1$ y 90 ± 5 % respectivamente.

Por otro lado, el porcentaje de semillas viables de *P. strombulifera* fue de $75 \pm 12,9$ %, por lo que un cuarto de las semillas se encontraba deteriorada.

Llamativamente, el porcentaje de embriones viables de *L. tenuispinosum* fue de 26 ± 9 %, no coincidiendo este resultado con lo observado en los ensayos de germinación (Ver apartado 4.3.4, página 44)

Por último, para *E. ochreatea* sólo un $75 \pm 5,7$ % de los embriones fueron viables.

4.3 Efecto de la temperatura

Se tiene evidencia muestral suficiente con un nivel de significancia del 0,05 para sostener que, los valores promedio de semillas germinadas al final del ensayo difieren por lo menos para una de las temperaturas ensayadas, siendo *A. gilliesii*, *E. ochreacta*, *L. tenuispinosum*, *M. ephedroides* y *P. strombulifera* sensibles a la temperatura en su fase germinativa (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del ANOVA realizado sobre el número medio de semillas germinadas al finalizar el ensayo, sometidas a distintas temperaturas. Grados de libertad(N-1)=23

Especie	F	p
<i>Mimosa ephedroides</i>	127,59	<0,0001
<i>Acacia gilliesii</i>	79,67	<0,0001
<i>Prosopis strombulifera</i>	44,86	<0,0001
<i>Lycium tenuispinosum</i>	24,69	<0,0001
<i>Ephedra ochreatea</i>	27,74	<0,0001

Las temperaturas extremas de 0 y 50°C resultaron inhibitorias del proceso germinativo para todas las especies trabajadas en la presente tesis.

A continuación se describe el efecto de la temperatura en la fase germinativa para cada especie en particular:

4.3.1 *Mimosa ephedroides*

El mayor porcentaje de semillas germinadas se obtuvo a 20 °C con un $97,5 \pm 5$ % sin embargo, las diferencias no fueron significativas con los tratamientos de 30 y 40 °C, en los cuales se alcanzó un porcentaje de semillas germinadas de $90 \pm 8,1$ % y $85 \pm 5,8$ % respectivamente, por lo que la temperatura óptima se encontraría entre los 20 y 40 °C para esta especie (Figura 21).

Por otro lado, los tratamientos a 20, 30 y 40 °C presentaron diferencias significativas con el tratamiento de 10°C en el cual se alcanzó un porcentaje de semillas germinadas de $57,5 \pm 9,5$ %.

En cuanto a la tasa germinativa (pendiente de la curva) de los tratamientos a 20, 30 y 40 °C, puede observarse (Figura 21) que la misma fue muy elevada durante los primeros 2 días transcurridos desde el inicio del ensayo , haciéndose nula en el tercer día para el tratamiento a 20 °C y en el quinto día para los otros dos tratamientos; en cambio para el tratamiento de

10 °C la tasa germinativa se hace prácticamente nula luego del décimo tercer día transcurrido desde el inicio del ensayo.

En lo que refiere al retardo con que inicia la germinación, el mismo es de 5 días para el tratamiento de 10 °C en tanto que en los demás tratamientos las semillas comienzan a germinar desde el primer día.

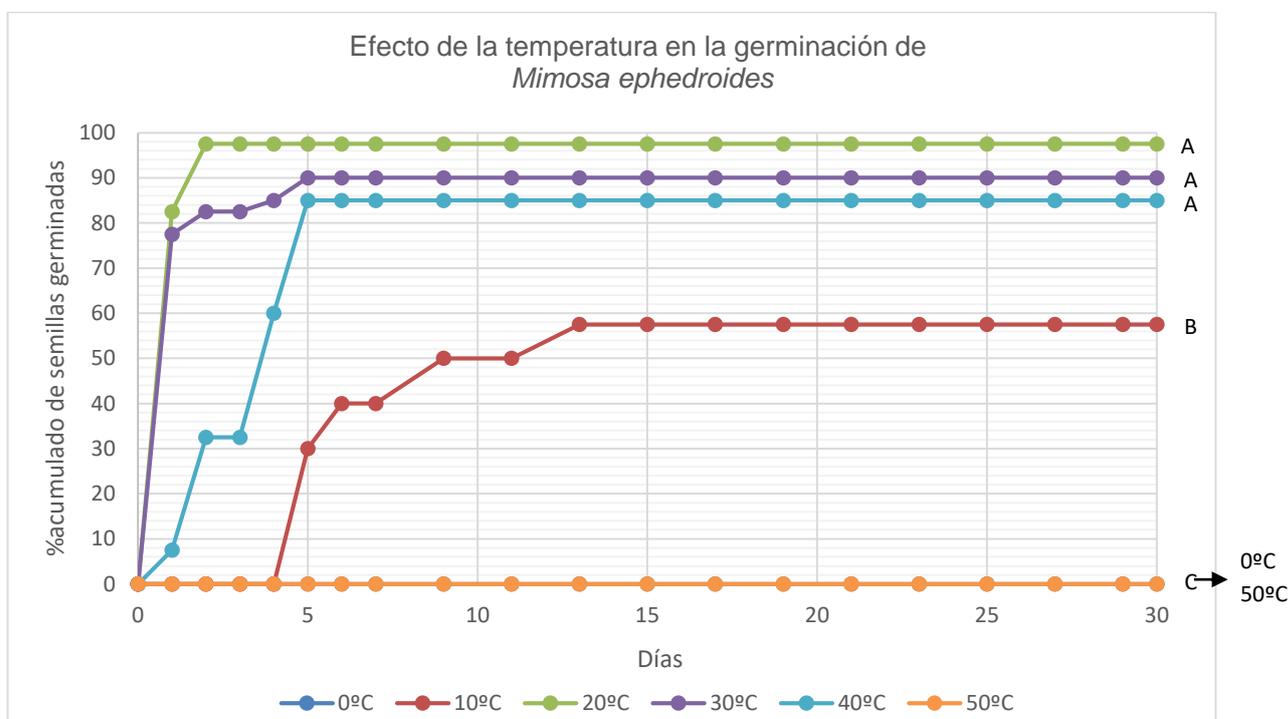


Figura 21. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *M. ephedroides* a distintas temperaturas de incubación en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$

4.3.2 *Acacia gilliesii*

Como puede apreciarse en la Figura 22, la temperatura óptima de germinación se encontraría entre los 30 y 40 °C, con valores de $80 \pm 18,2$ % y 100 ± 0 % de semillas germinadas respectivamente, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Puede decirse que para *Acacia gilliesii* a medida que aumenta la temperatura aumenta la tasa germinativa hasta los 40°C.

Si bien entre los tratamientos de 30 y 40°C no hubo diferencias significativas en cuanto al porcentaje de semillas germinadas al final del ensayo, en el tratamiento a 40°C se observó una mayor velocidad germinativa evidenciada en la pendiente más pronunciada de la curva del mismo.

Por otro lado, a 20 °C se obtuvo un porcentaje de semillas germinadas menor en un 50 % que el alcanzado a 40 °C, en tanto que a 10 °C sólo se obtuvo un poder germinativo final de $35 \pm 12,9\%$.

Por último, la germinación solo inició con un retardo para el tratamiento de 10 °C y el mismo fue de 4 días.

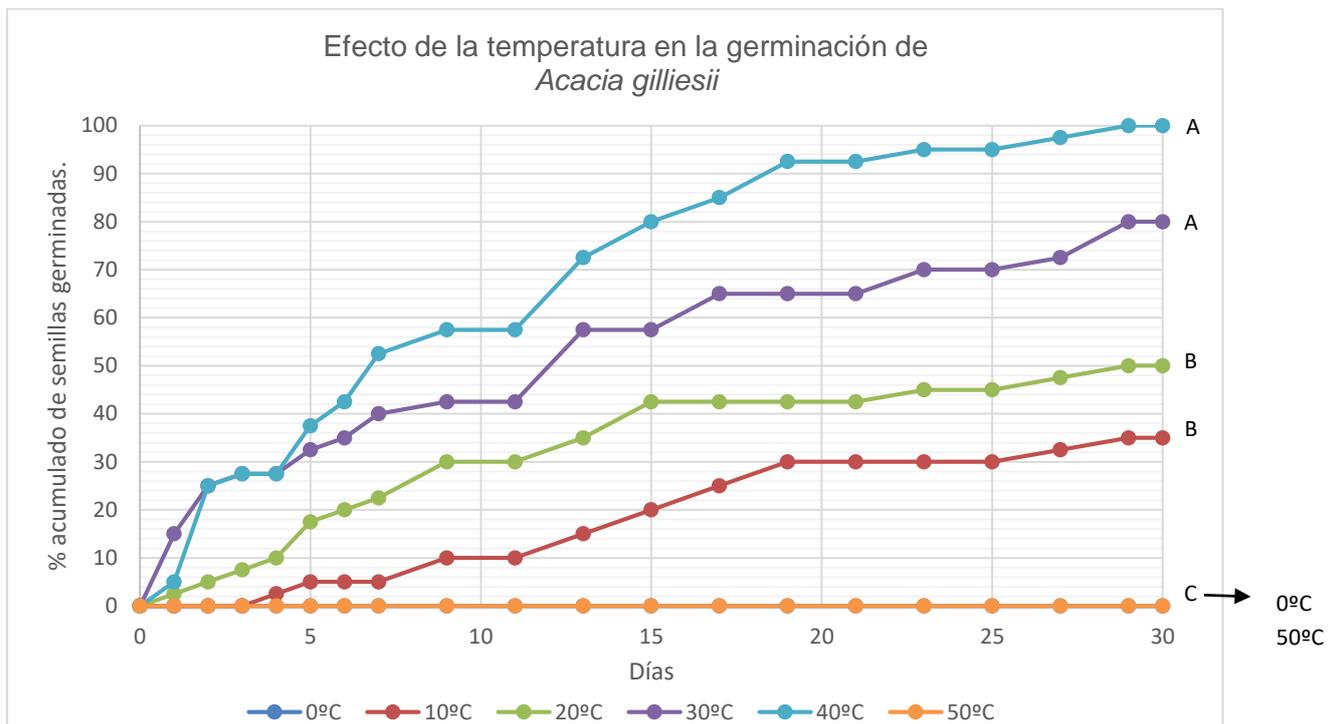


Figura 22. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *A. gilliesii* a distintas temperaturas de incubación en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.3.3 *Prosopis strombulifera*

Para *Prosopis strombulifera* el porcentaje de semillas germinadas al final del ensayo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos a 10, 20, 30 y 40 °C, obteniéndose un porcentaje final de $27,5 \pm 17,0$ % , $50 \pm 14,1$ % , $42,5 \pm 5$ % y 45 ± 10 % respectivamente en cada uno. Por ello, puede decirse que la temperatura óptima se encontraría entre los 10 y 40°C para esta especie (Figura 23).

En cuanto a la tasa germinativa para los tratamientos de 20, 30 y 40 °C, la misma es baja y similar durante la mayor parte de ensayo, en tanto que para el tratamiento de 10°C la tasa es menor que para éstos, evidenciado en la pendiente de la curva (Figura 23).

Por otro lado, el proceso germinativo inició con un retardo de 7 días para el tratamiento de 10°C y de 1 día para el tratamiento de 20 °C en tanto que los tratamientos de 30 y 40 °C no presentaron retardo.

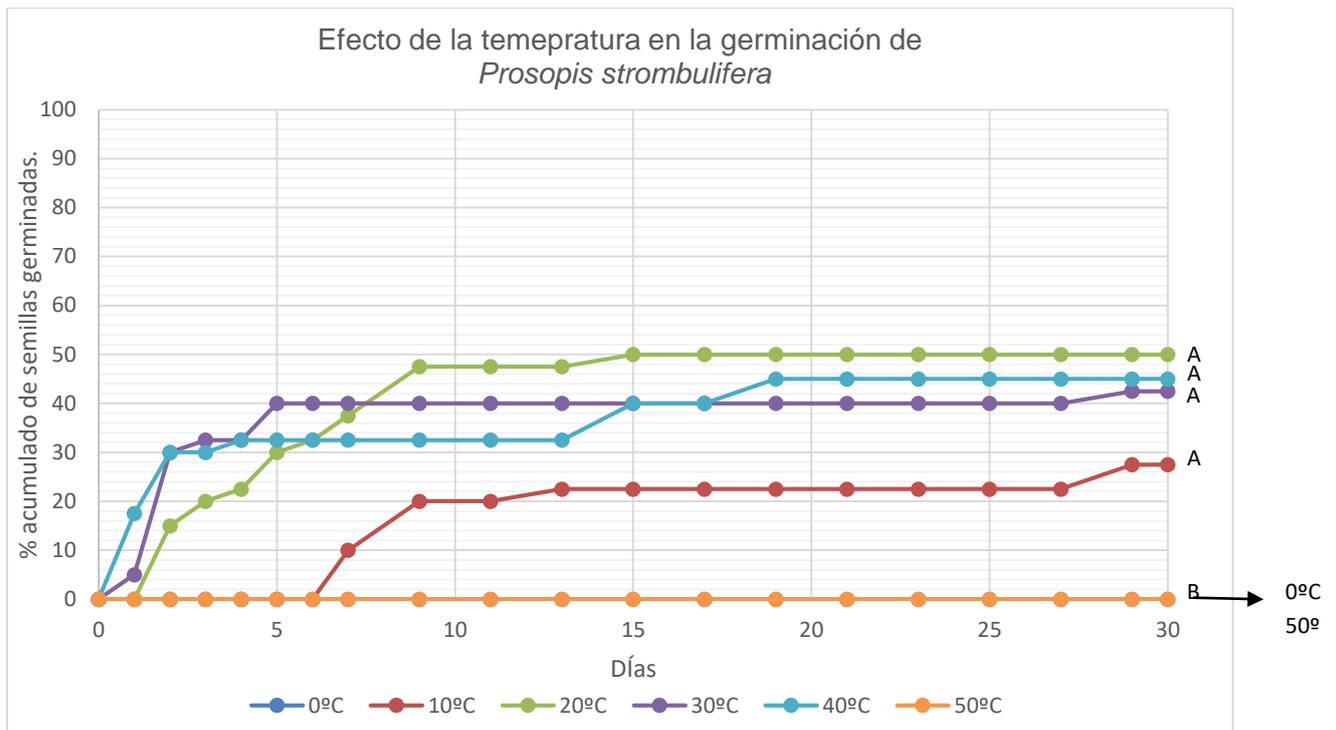


Figura 23. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *P. strombulifera* a distintas temperaturas de incubación en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.3.4 *Lycium tenuispinosum*

El porcentaje de semillas germinadas a temperaturas mayores a 20 °C así como menores a 10 °C fue nulo, lo que indicaría que dichas temperaturas resultarían inhibitorias para la germinación de esta especie (Figura 24).

Observando las pendientes de las curvas puede afirmarse que para el tratamiento a 10 °C la tasa de germinación es alta y prácticamente constante durante todo el ensayo, en tanto que para 20 °C la misma es baja y se hace nula a partir del décimo séptimo día transcurrido desde el inicio del mismo.

Las diferencias entre los tratamientos de 10 y 20 °C tuvieron lugar luego de 20 días del inicio del ensayo, siendo 10 °C la temperatura a la cual se obtuvo mayor poder germinativo final $77,5 \pm 5$ % con diferencias altamente significativas con el resto de los tratamientos. Debido a lo expuesto se considera a 10 °C como la temperatura óptima de germinación.

Puede afirmarse que para esta especie, un incremento de la temperatura a partir de los 10 °C se traduce en una disminución significativa de la tasa germinativa, por lo que resulta sensible en su etapa germinativa a temperaturas elevadas.

Por otra parte, puede observarse que existe un retardo en el inicio de la germinación el cual es aproximadamente de 13 días tanto para el tratamiento a 10 °C como para el de 20 °C.

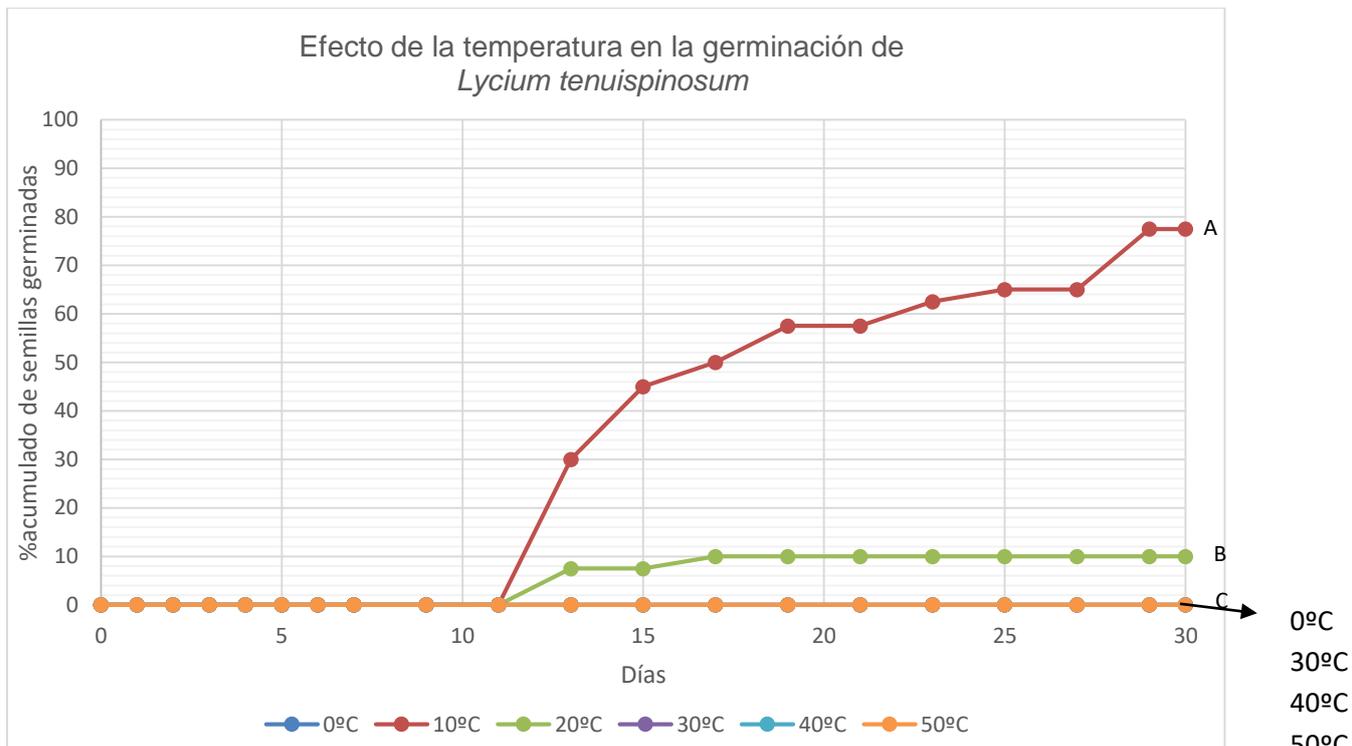


Figura 24. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *L. tenuispinosum* a distintas temperaturas de incubación en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$

4.3.5 *Ephedra ochreatea*

La temperatura a la cual se obtuvo mayor poder germinativo final fue 10 °C con un valor medio de $45 \pm 19,1$ % con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, por lo cual se consideró a ésta como la temperatura óptima para la germinación de la especie (Figura 25).

En cuanto al tratamiento a 20 °C el poder germinativo final se redujo significativamente respecto de 10 °C y su valor fue de $22,5 \pm 1,29$ %. (Figura 25) .En lo que respecta al porcentaje de semillas germinadas obtenido a 30 °C, el mismo presenta diferencias significativas con los tratamientos a 10 °C y 20 °C, siendo prácticamente nulo.

Para *E. ochreatea* un incremento de la temperatura a partir de los 10 °C se traduce en una disminución significativa de la tasa germinativa, por lo que resulta sensible en su etapa germinativa a temperaturas elevadas.

La tasa germinativa del tratamiento a 10 °C se mantiene prácticamente constante durante el ensayo en tanto que, la tasa germinativa a 20 °C se hace nula a partir del vigésimo día. Por otro lado, el tratamiento a 30 °C posee una tasa prácticamente nula durante todo el ensayo.

El proceso germinativo inicia con un retardo de 5 días para el tratamiento a 20 °C ,13 días para el tratamiento a 10 °C y de 20 días para el tratamiento a 30 °C.

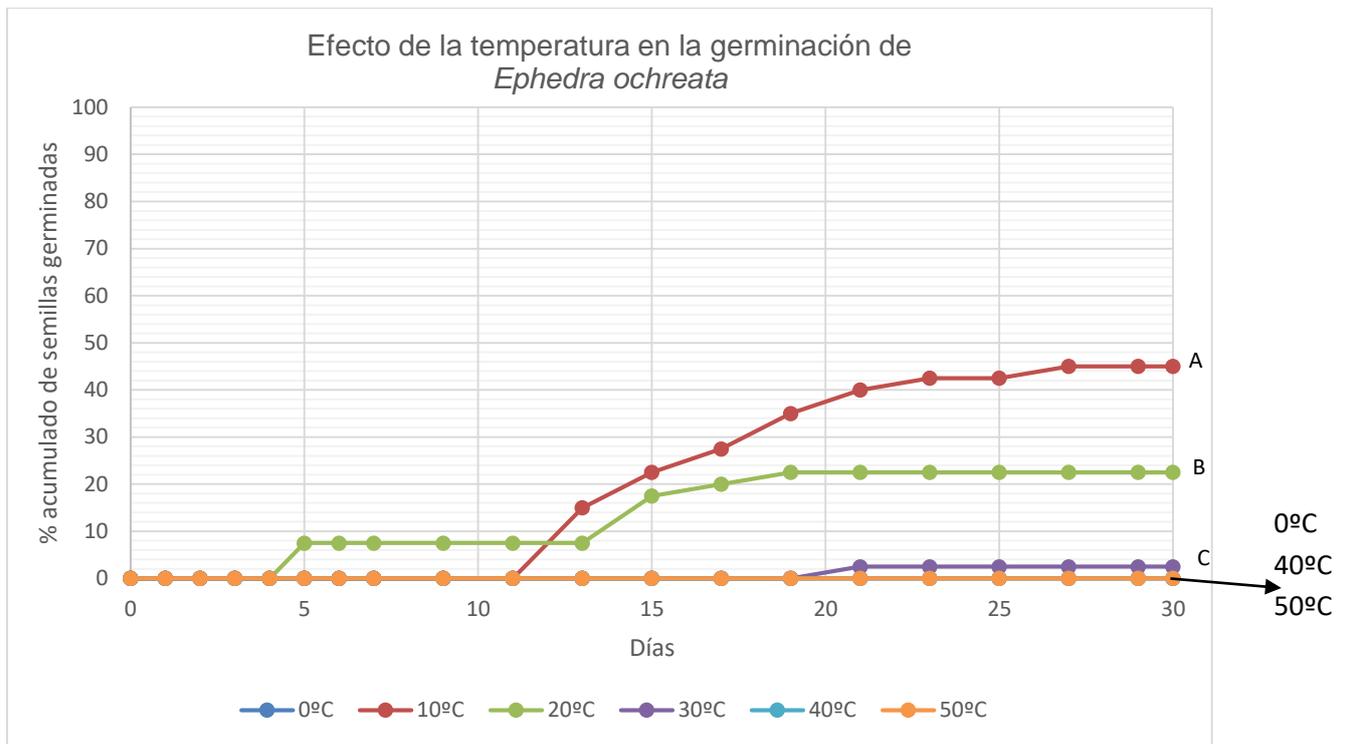


Figura 25. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *E. ochreatea* a distintas temperaturas de incubación en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.4 Efecto del estrés hídrico

Para todas las especies bajo estudio el estrés hídrico afectó el porcentaje de semillas germinadas significativamente (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del ANOVA realizado sobre el número medio de semillas germinadas al finalizar el ensayo, sometidas a distintos potenciales hídricos. Grados de libertad $(N-1)=23$

Especie	F	p-valor
<i>Mimosa ephedroides</i>	55,61	<0,0001
<i>Acacia gilliesii</i>	17,39	<0,0001
<i>Prosopis strombulifera</i>	15,90	0,001
<i>Lycium tenuispinosum</i>	48,56	<0,0001
<i>Ephedra ochreatea</i>	14,63	0,001

A continuación se describe el efecto del estrés hídrico en la fase germinativa para cada especie en particular:

4.4.1 *Mimosa ephedroides*

Como puede observarse en la Figura 26, el mayor porcentaje de semillas germinadas alcanzado fue de $97,5 \pm 5\%$ y corresponde a los tratamientos de 0, -0,14 y -0,28 MPa. Por otro lado, para los tratamientos de -0,56 y -1,12 MPa el porcentaje final alcanzado es ligeramente menor, no presentando diferencias significativas con los potenciales mayores a ellos ensayados.

Para potenciales decrecientes a partir de 0 hasta -1,12 MPa la tasa germinativa es alta hasta el tercer día desde el inicio del ensayo, a partir del cual la germinación se estabiliza haciéndose la tasa germinativa nula para los días posteriores. Para ninguno de los tratamientos de este rango de potencial hídrico existe un retraso en el inicio de la germinación, además en los mismos la germinación exhibe un comportamiento similar.

Se observa que no hubo semillas germinadas para -2,24 MPa, resultando dicho potencial inhibitorio para esta especie en su etapa germinativa.

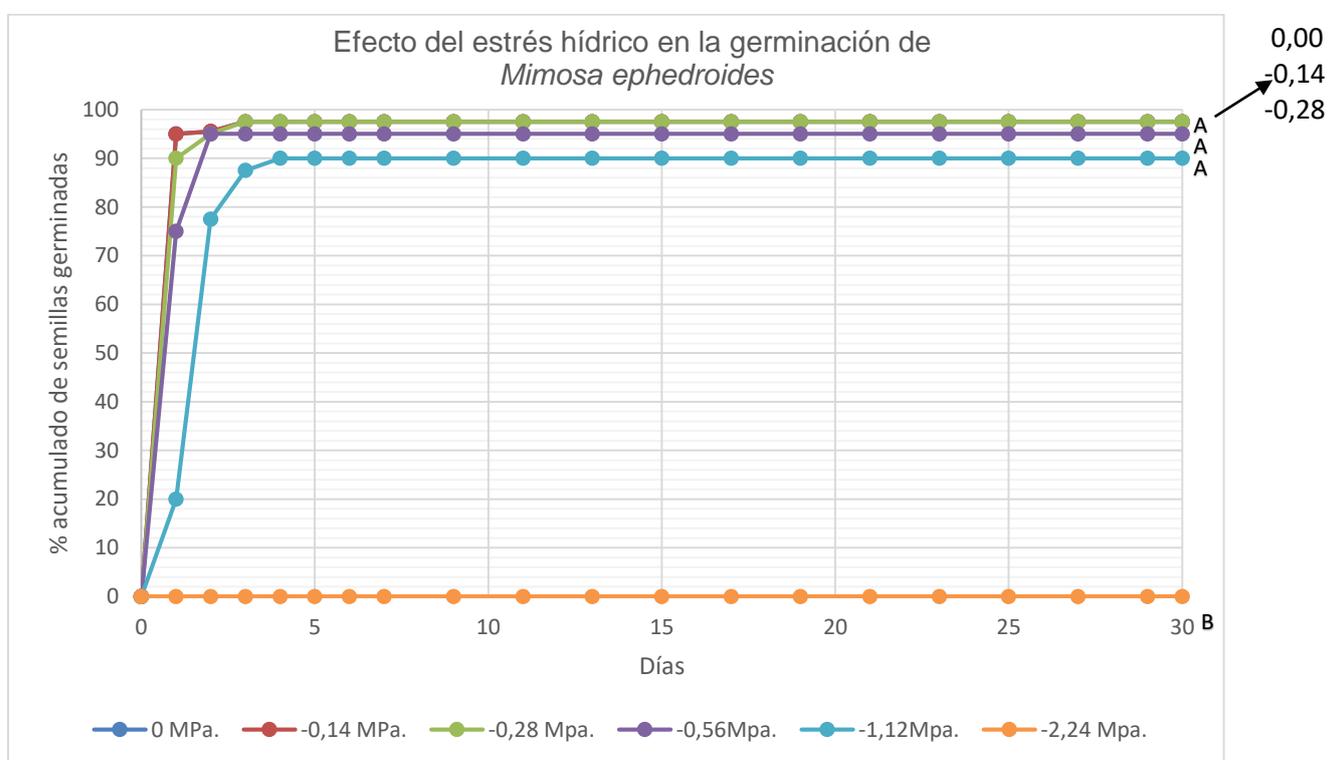


Figura 26. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *M. ephedroides* a distintos potenciales agua en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.4.2 *Acacia gilliesii*

El mayor porcentaje de semillas germinadas alcanzado fue de $92,5 \pm 9,5\%$ que corresponde al control (0 MPa) y el menor porcentaje fue para el tratamiento de -2,24 MPa en el cual hay una reducción del 75 % respecto del control (Figura 27).

Puede observarse que existe una disminución del porcentaje de semillas germinadas para potenciales hídricos decrecientes, no obstante tal disminución solo es significativa a partir de -1,12 MPa.

Para el control y los potenciales ensayados entre -0,14 y -1,12 MPa la tasa germinativa se mantiene prácticamente constante durante todo el ensayo, en cambio para -2,24 MPa la tasa germinativa es baja y se hace nula a partir del décimo quinto día transcurrido desde el inicio del mismo.

Sólo para el tratamiento de -2,24 MPa existe un retardo en el inicio de la germinación el cual es de 5 días.

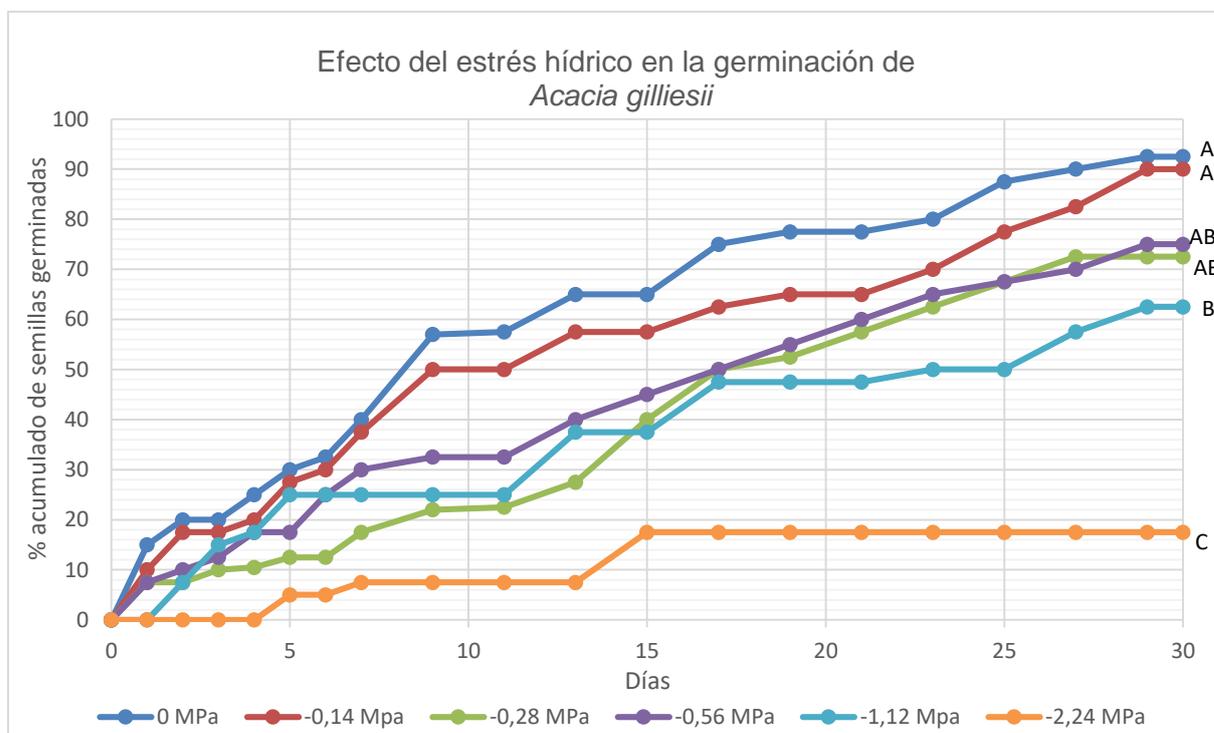


Figura 27. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *A. gilliesii* a distintos potenciales agua en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.4.3 *Prosopis strombulifera*

Puede observarse en la Figura 28 que potenciales agua decrecientes no generan una disminución significativa del porcentaje de semillas germinadas respecto al control (0 MPa) sino a partir de -2,24 MPa, para el cual el porcentaje de semillas germinadas es aproximadamente un 45 % menor respecto a éste.

El mayor porcentaje de semillas germinadas alcanzado fue de $45 \pm 5,7$ % en el control, seguido luego por el tratamiento de -0,56 MPa con $40 \pm 0,5$ %. No obstante, para los potenciales comprendidos entre -0,14 y -1,12 MPa no existen diferencias significativas entre ellos ni respecto al control, además para todos la tasa germinativa es baja y aproximadamente constante durante todo el ensayo. Asimismo, para dichos tratamientos el porcentaje de semillas germinadas en el tiempo exhibe un comportamiento similar.

Por otra parte, excepto para el control, para los demás potenciales ensayados existe un retardo en el inicio del proceso germinativo de 2 días para los tratamientos entre -0,14 MPa y -1,12 MPa y de 5 días para el tratamiento a -2,24 MPa.

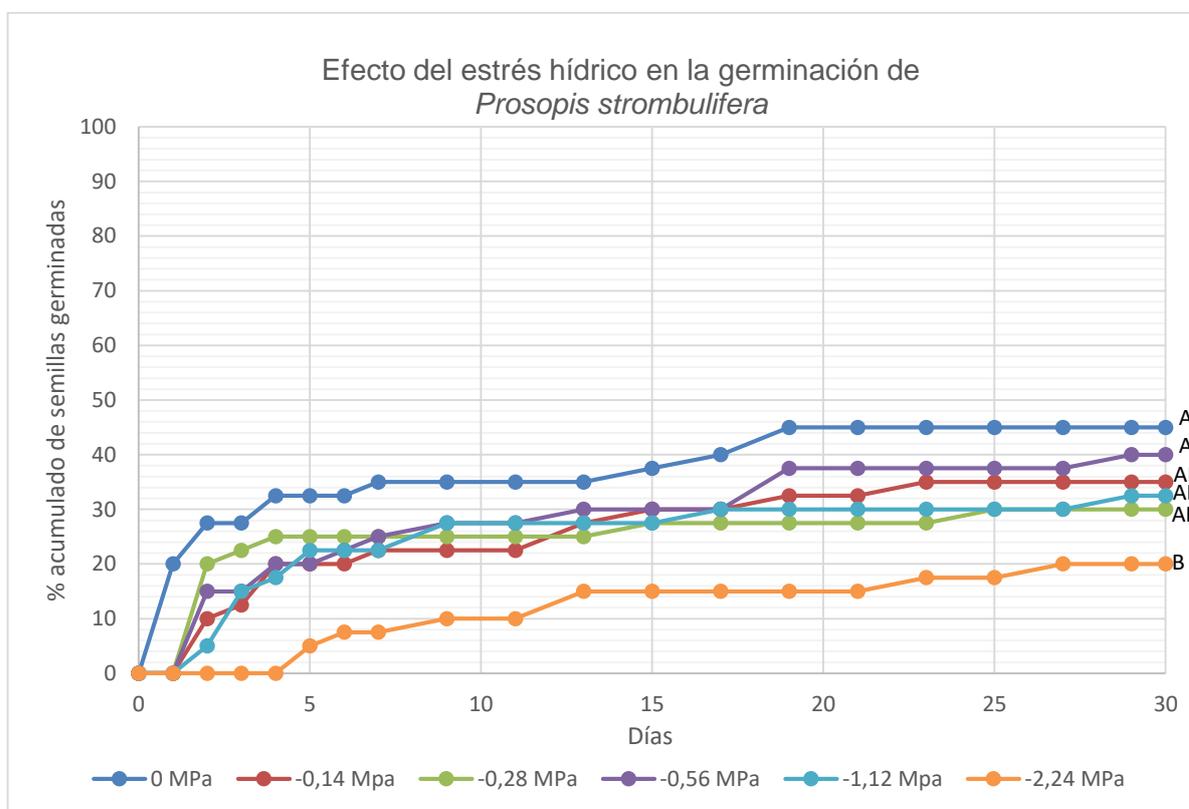


Figura 28. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *P. strombulifera* a distintos potenciales agua en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.4 .4 *Lycium tenuispinosum*

El mayor porcentaje de semillas germinadas se alcanzó en el tratamiento de -0,14 MPa con un valor de $65 \pm 5,7$ %, seguido por el control con $42,5 \pm 9,5$ % siendo tal diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos (Figura 29) y a su vez los mismos resultaron con diferencias significativas con el resto de los potenciales ensayados.

A partir de -0,28 MPa se produce una disminución del porcentaje de semillas germinadas para potenciales decrecientes, resultando tal disminución significativa respecto al control.

Puede observarse que la tasa germinativa del control y -0,14 MPa se mantiene aproximadamente constante durante todo el ensayo para éste último tratamiento y hasta el vigésimo quinto día para el control, en tanto que la tasa germinativa de los demás tratamientos es baja y se hace nula a partir del vigésimo quinto día del ensayo.

El retardo con el cual inicia la germinación para cada tratamiento muestra un aumento a medida que decrece el potencial agua a partir de -0,14 MPa, tal aumento es de 5 días cada vez que se reduce el potencial agua a la mitad. Por ello se obtuvo que para el control y -0,14

MPa el retardo fue de 10 días, en tanto que para -0,28 MPa de 15 días, para -0,56MPa de 20 días y finalmente para -1,12MPa de 25 días.

Por otro lado, el tratamiento de -2,24 MPa resultó inhibitorio para el proceso germinativo de *Lycium tenuispinosum*.

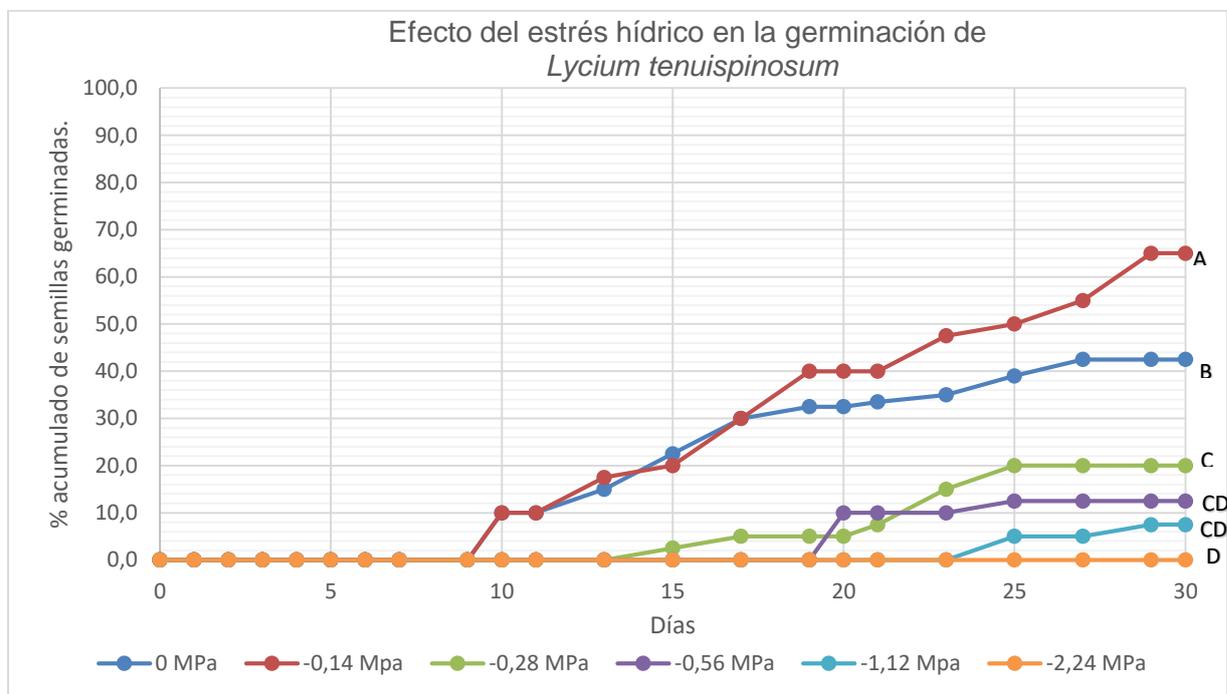


Figura 29. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *L. tenuispinosum* a distintos potenciales agua en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.4.5 *Ephedra ochreata*

Para los potenciales agua decrecientes ensayados no existe una disminución significativa del porcentaje de semillas germinadas respecto al control sino hasta -2,24 MPa, en el cual el mismo alcanza sólo un $20 \pm 1,4$ % (Figura 30).

El mayor porcentaje de semillas germinadas se alcanzó en el tratamiento de -0,14 MPa con un valor de $60 \pm 14,1$ %, seguido por el control con $55 \pm 19,1$ % no siendo tal diferencia significativa entre los tratamientos y a su vez los mismos no presentaron diferencias significativas con el resto de los potenciales ensayados entre -0,28 y -1,12 MPa (Figura 30).

Puede observarse que la tasa germinativa del control aumenta desde el décimo al vigésimo día del ensayo para luego disminuir, en tanto que para -0,14 MPa la tasa germinativa se mantiene alta y luego disminuye entre el vigésimo y el vigésimo quinto día desde el inicio del ensayo aumentando nuevamente hacia el final del mismo. En el caso de los tratamientos de -0,28 y -0,56 MPa la tasa germinativa es alta durante los primeros 5 días que inicia la germinación y luego disminuye.

En cuanto al retardo con el cual inicia la germinación para cada tratamiento, el mismo es de 10 días para el control y -0,56 MPa, 15 días para -0,14, -0,28 y -1,12 MPa y finalmente el

mayor retardo es para el tratamiento de -2,24 MPa en el cual la germinación inicia cinco días antes de la finalización del ensayo (día 25).

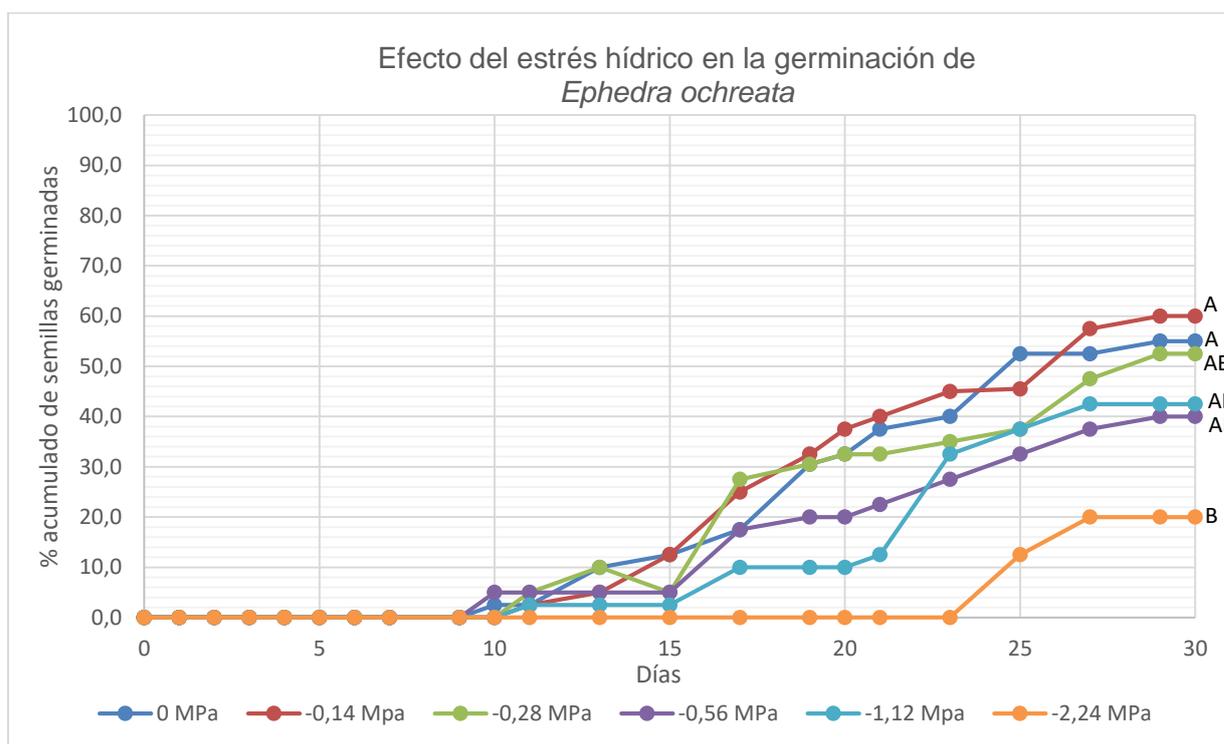


Figura 30. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *E. ochreatea* a distintos potenciales agua en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.5 Efecto del pH

Para *Mimosa ephedroides* la germinación a los distintos pH del medio ensayados no tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p\text{-valor} > 0,05$), en contraste con los resultados obtenidos para el resto de las especies estudiadas ($p\text{-valor} < 0,05$).

Tabla 6. Resultados del ANOVA realizado sobre el número medio de semillas germinadas al finalizar el ensayo, sometidas a distintos pH. Grados de libertad $(N-1) = 19$

Especie	F	p-valor
<i>Mimosa ephedroides</i>	0,30	0,87
<i>Acacia gilliesii</i>	22,11	0,0002
<i>Prosopis strombulifera</i>	29,17	<0,0001
<i>Lycium tenuispinosum</i>	16,08	0,004
<i>Ephedra ochreatea</i>	21,59	<0,0001

A continuación se describe el efecto del pH en la fase germinativa para cada especie en particular:

4.5.1 *Mimosa ephedroides*

No existe una disminución significativa del porcentaje de semillas germinadas para pH ligeramente alcalinos o ácidos, no siendo *Mimosa ephedroides* sensible a la variación de pH, dentro de los rangos ensayados (Figura 31).

Para el quinto día del ensayo los tratamientos alcanzan su máximo porcentaje de semillas germinadas siendo éste de 100 % para pH 7 y de 95 % para el resto de los tratamientos.

Puede observarse en la figura que la tasa germinativa para pH 7 y 8 es la más alta de los tratamientos entre el primer y cuarto día desde el inicio del ensayo, luego de este día la tasa germinativa de todos los pH ensayados es nula al estabilizarse al germinación.

Por otro lado, no existió retardo en el inicio de la germinación en ninguno de los tratamientos.

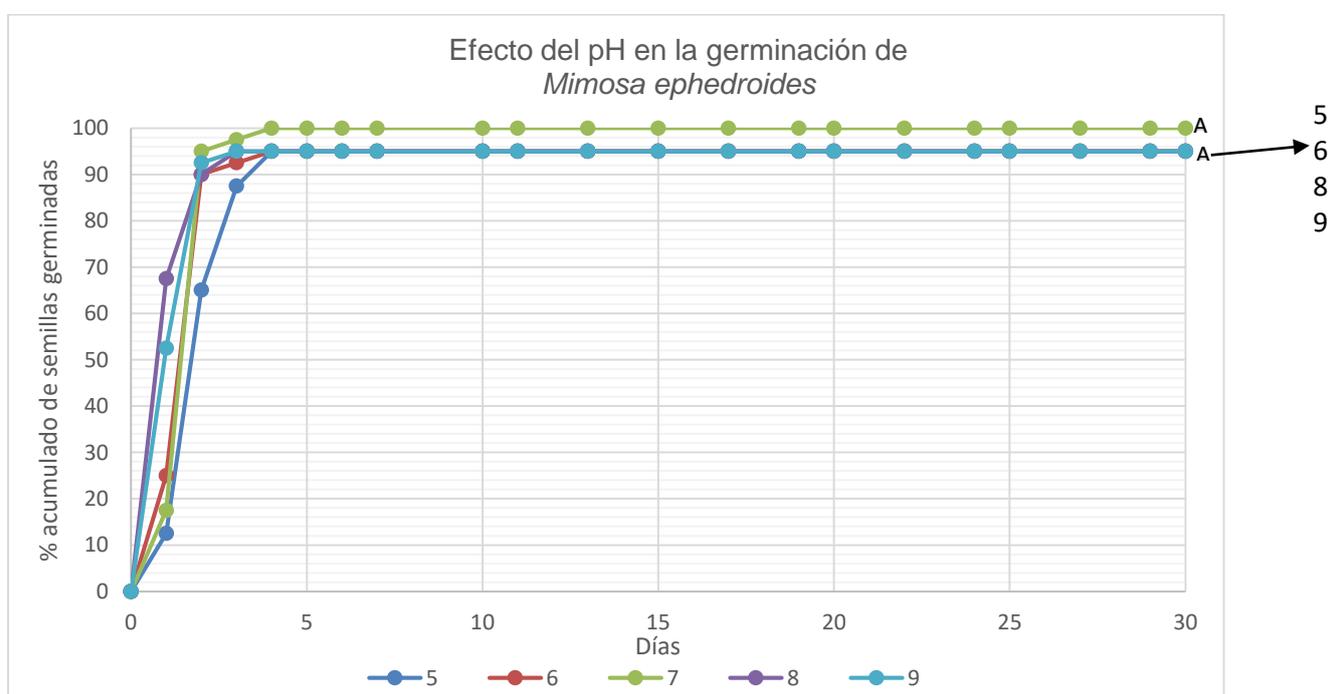


Figura 31. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *M. ephedroides* a distintos pH en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.5.2 *Acacia gilliesii*

Existe una disminución significativa del porcentaje de semillas germinadas para los valores de pH 5 y 9 respecto al pH neutro(7). Tal disminución es de un 18,9 % con respecto al pH 7 en el caso del tratamiento a pH 9 y de un 29,72 % para el tratamiento a pH 5 (Figura 32).

Los tratamientos a pH 6,7 y 8 no muestran diferencias significativas entre sí alcanzando un porcentaje de semillas germinadas de $87,5 \pm 9,5$ %, $92,5 \pm 5$ % y $82,5 \pm 5$ % respectivamente (Figura 32).

La tasa germinativa del tratamiento a pH 7 se mantiene baja hasta el vigésimo día transcurrido desde el inicio del ensayo a partir del cual aumenta hasta el final del mismo. Para el

tratamiento de pH 8 la tasa germinativa se mantiene baja hasta el décimo día mostrando luego un incremento entre éste y el décimo quinto día para luego disminuir y hacerse constante hasta la finalización del ensayo. En el caso del tratamiento a pH 6 la tasa germinativa se hace nula entre el quinto y décimo día, luego se mantiene constante hasta el vigésimo día y finalmente experimenta un aumento hacia el final del ensayo.

Para los tratamientos a pH 5 y 9 la tasa germinativa también muestra un incremento hacia el final del ensayo (últimos 5 días) siendo este incremento mayor para el tratamiento de pH 9 como puede observarse en la figura.

Sólo existe un retardo en el inicio de la germinación para el tratamiento de pH 9 el cual es de 5 días.

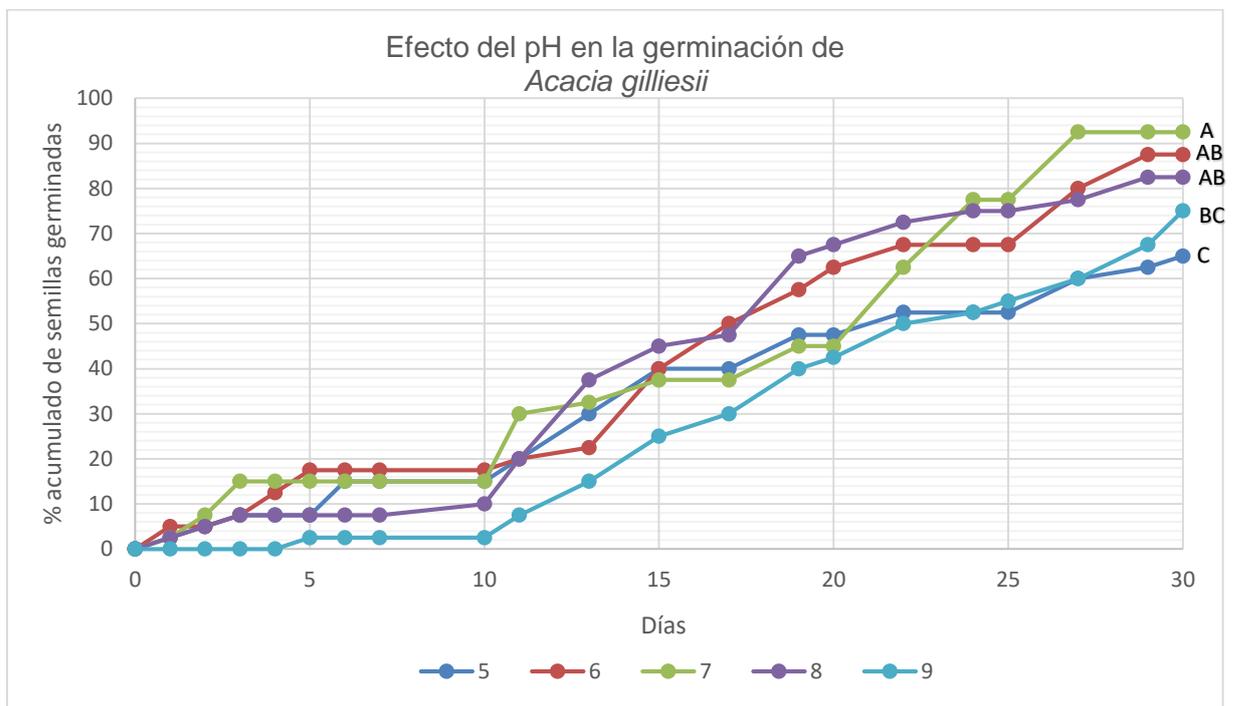


Figura 32. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *Acacia gilliesii* a distintos pH en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.5.3 *Prosopis strombulifera*

En el tratamiento a pH 7 se alcanza el mayor porcentaje de semillas germinadas con un valor de $52,5 \pm 5$ %. En la Figura 33 puede observarse que existe una reducción significativa del porcentaje de semillas germinadas para pH que difieren del mismo.

En cuanto a los pH mayores a 7 existe una disminución del porcentaje de semillas germinadas a medida que el pH aumenta, tal reducción es de un 57 %, respecto al valor alcanzado para pH neutro para el tratamiento de pH 8 y de 76 % respecto al tratamiento de pH 9, no obstante estas diferencias no resultaron significativas entre estos dos tratamientos (Figura 33).

En lo que respecta a pH menores a 7, *P. strombulifera* presenta un comportamiento particular ya que el tratamiento más cercano a pH neutro que es el de pH 6, muestra la tasa germinativa

más baja y es en el cual se alcanza el menor porcentaje final de semillas germinadas el cual es de $10\pm 0,5\%$, en tanto que el tratamiento a pH 5 presenta diferencias significativas con el de pH 6 y es el que se posiciona luego del tratamiento de pH neutro respecto al porcentaje de semillas germinadas (Figura 33).

En lo que refiere a la tasa germinativa, para los tratamientos a pH 6,8 y 9 es en general baja durante todo el ensayo. En tanto que la tasa germinativa del tratamiento a pH 5 muestra un incremento entre el décimo y decimoquinto día, periodo en el cual supera a la tasa germinativa para pH neutro y luego disminuye. La tasa germinativa de pH 7 muestra un incremento entre el décimo quinto y vigésimo quinto día y disminuye hacia el final del ensayo.

En cuanto al retardo en el inicio del proceso germinativo el mayor retardo lo presenta el tratamiento de pH 6 con 15 días, le siguen en orden decreciente el tratamiento de pH 8 con 10 días, los tratamientos de pH 5 y 9 con 3 días y finalmente el tratamiento de pH neutro no presenta retardo.

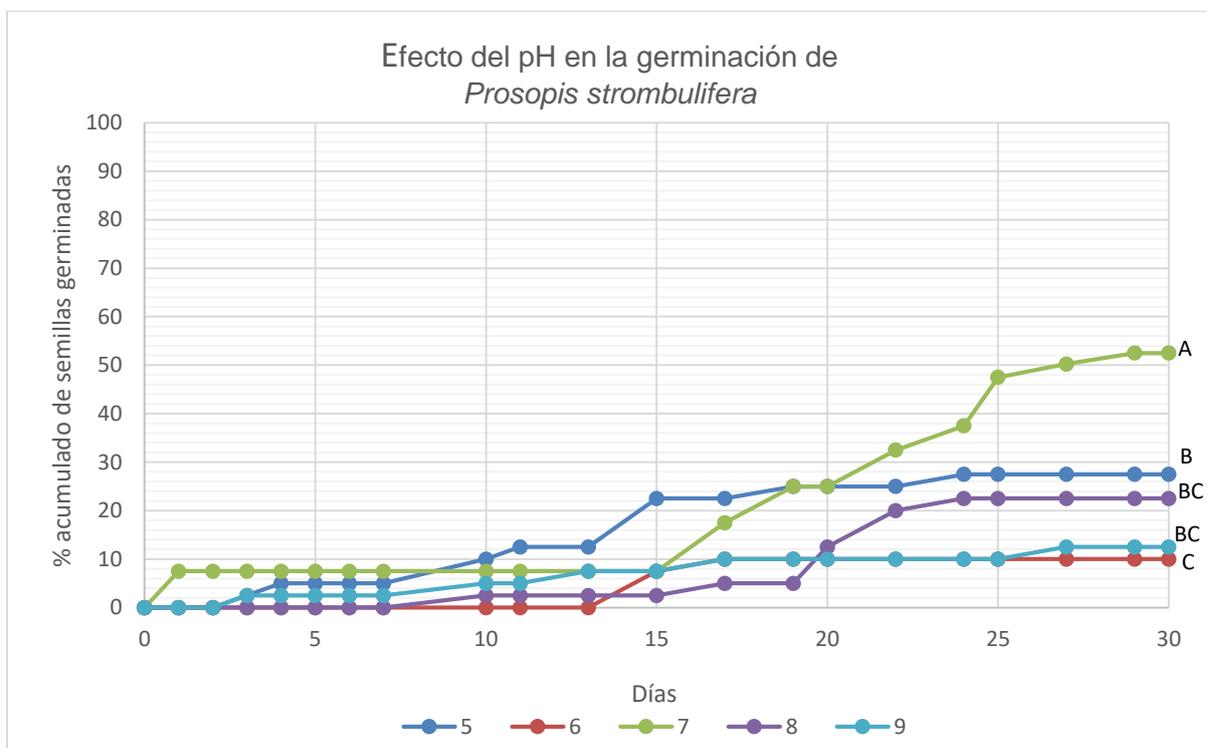


Figura 33. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *Prosopis strombulifera* a distintos pH en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$

4.5.4 *Lycium tenuispinosum*

Puede observarse en la Figura 34 que el tratamiento a pH 7 es aquel en el que se alcanza el mayor porcentaje de semillas germinadas con un valor de $57,5\pm 15\%$. Además, existe una reducción del porcentaje de semillas germinadas para pH que difieren del neutro pero la misma sólo es significativa para el tratamiento a pH 5 en el cual el porcentaje de semillas germinadas disminuye a $20\pm 8,1\%$.

En lo que refiere al comportamiento de la tasa germinativa de los tratamientos, puede mencionarse que a partir de que inicia la germinación en el vigésimo segundo día para el tratamiento a pH 9 éste exhibe una tasa germinativa alta, hasta finalizar el ensayo. En cuanto a la tasa germinativa de los tratamientos a pH 7 y 6 ésta exhibe un comportamiento similar, permanece en aumento entre el décimo quinto y vigésimo quinto día y luego disminuye en el caso del primero y se hace nula en el caso del segundo hacia el final del ensayo. Por otro lado, la tasa germinativa del tratamiento a pH 5 es baja y relativamente constante durante todo el ensayo y por último la tasa del tratamiento a pH 8 disminuye y aumenta en forma alternada durante el ensayo.

En cuanto al retardo con el que inicia la germinación, el mismo es de 22 días para el tratamiento a pH 9 y de 15 días para el resto de los pH ensayados.

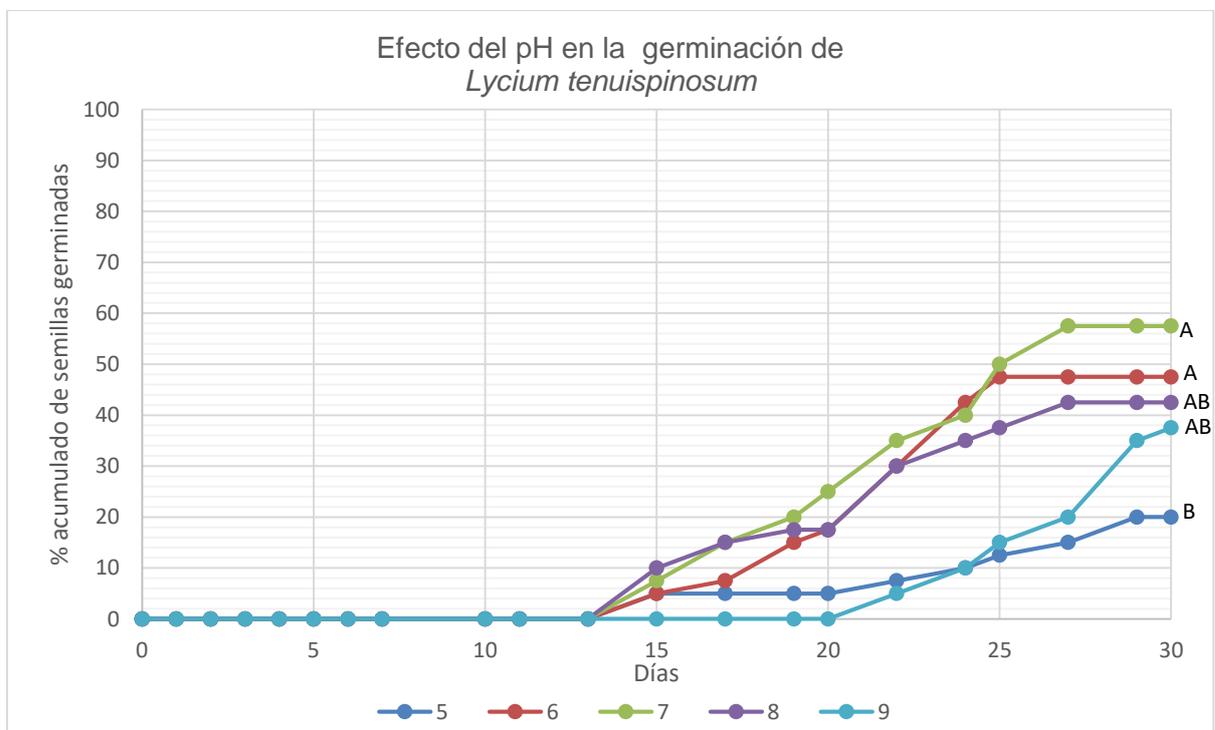


Figura 34. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *L. tenuispinosum* a distintos pH en función del tiempo. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

4.5.5 *Ephedra ochreata*

El tratamiento a pH 7 alcanza el mayor porcentaje de semillas germinadas con un valor de $52,5 \pm 9,5$ %. En la Figura 35 puede observarse que existe una reducción significativa del porcentaje de semillas germinadas para pH que difieren del mismo.

En cuanto a la tasa germinativa para el tratamiento de pH 7, ésta muestra un incremento entre el décimo quinto y vigésimo quinto día y luego se hace nula hacia el final del ensayo, en tanto que la tasa germinativa de los demás tratamientos muestra un comportamiento similar siendo baja y relativamente constante durante todo el ensayo (Figura 35).

En lo que respecta al retardo con el que inicia la germinación, el mismo es de 10 días para el tratamiento a pH 7 y de 15 días para el resto de los pH ensayados.

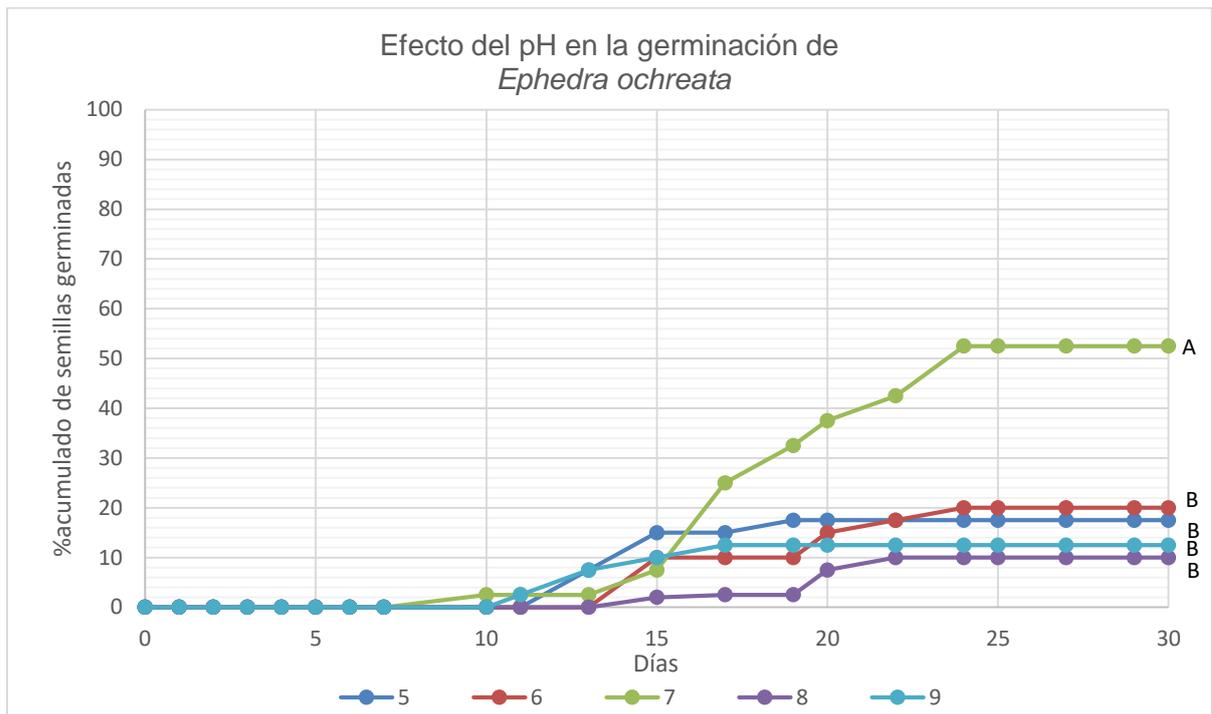


Figura 35. Porcentaje acumulado de semillas germinadas de *E. ochreatea* a distintos pH en función del tiempo (días). Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$

4.6 Ruptura de dormición

4.6.1 Efecto de la luz en la germinación de *L. tenuispinosum*

La calidad de luz incidió significativamente en el porcentaje medio de semillas germinadas de *L. tenuispinosum* incubadas a 28 °C ($F=41,59$; $p= 0,0007$). El porcentaje de semillas germinadas para luz rojo fue relativamente bajo (<40 %) y el retardo en el inicio de la germinación fue de 7 días. La luz rojo lejano resultó inhibitoria de la germinación de esta especie.

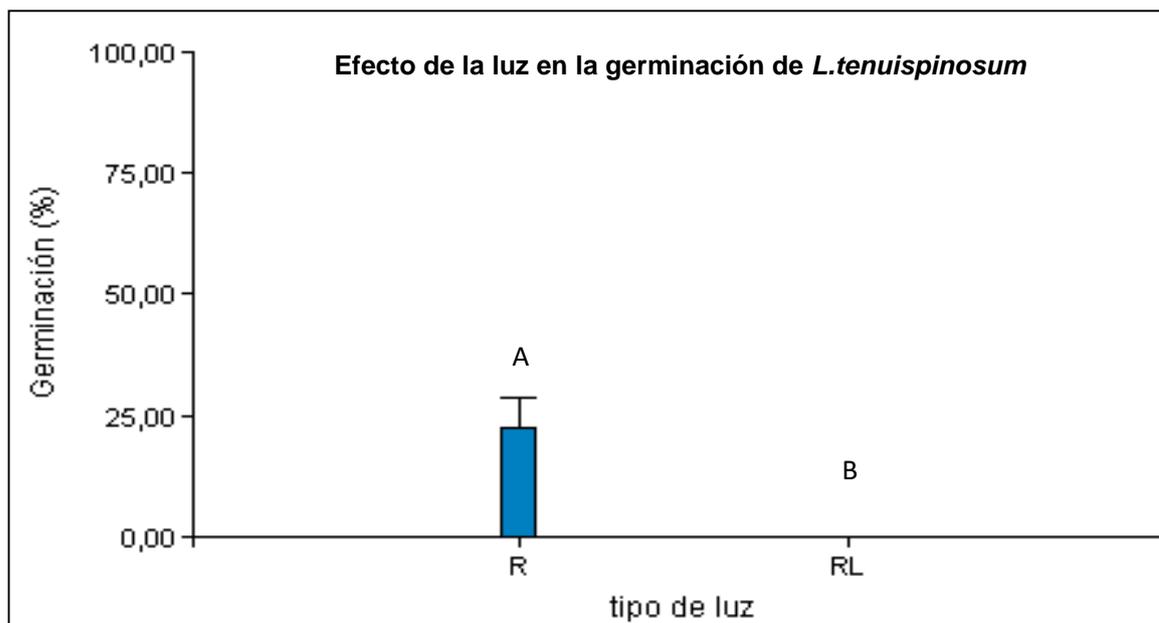


Figura 36. Efecto de dos calidades de luz, R (Rojo) y RL (Rojo Lejano), en la germinación de *L. tenuispinosum*. Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$

4.6.2 Efecto de la estratificación en la germinación de *E. ochreata*

El p-valor 0,269 es mayor que el nivel de significancia (0,05) por lo que se acepta la hipótesis nula de que no existen diferencias entre las medias de los tratamientos.

La estratificación por 24 y 48 h no produjo un aumento significativo de la germinación de *E. ochreata* respecto al testigo (Figura 37). Por otro lado, la estratificación tampoco redujo el número de días hasta el inicio de la germinación (15 días) respecto al testigo.

El mayor porcentaje de semillas germinadas se registró para el tratamiento de estratificación por 24 h con un $65 \pm 12,2$ % aunque sin diferencias significativas con el resto de los tratamientos como se expresó anteriormente.

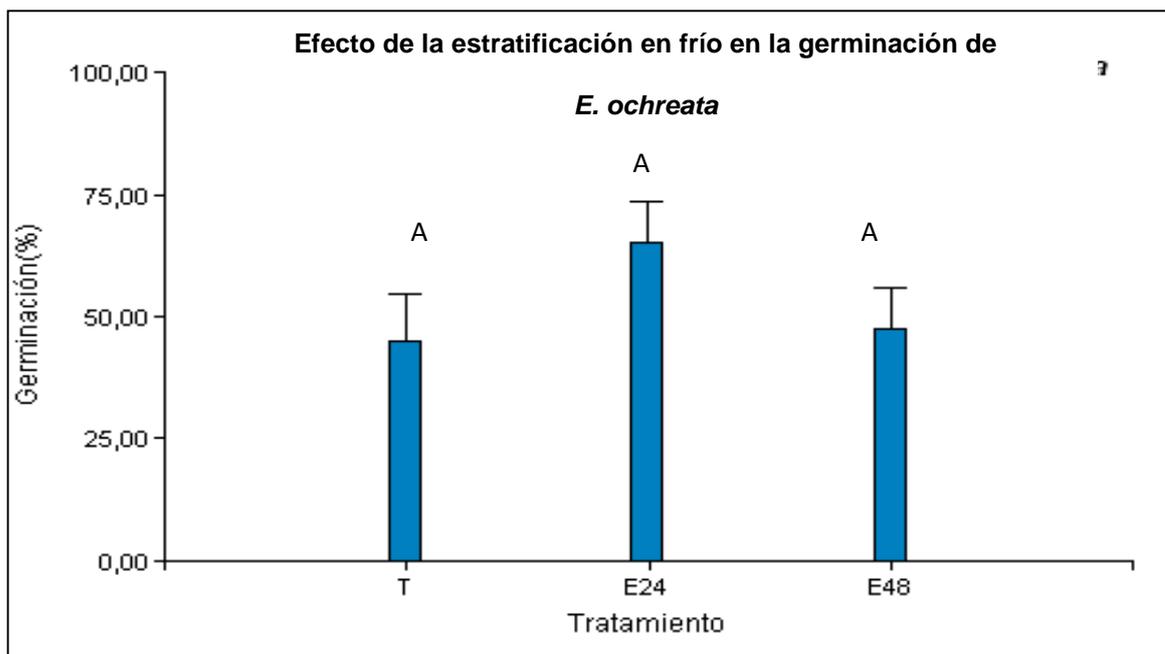


Figura 37. Efecto de la estratificación en frío por 24 (E24) y 48 h (E48) sobre la germinación de *E. ochreata*. T (Testigo). Letras distintas indican diferencias significativas a nivel $p < 0,05$.

5. DISCUSIÓN

5.1 Características de frutos y semillas

El porcentaje de semillas y frutos vanos y parasitados encontrado para *Prosopis strombulifera* y *Acacia gilliesii* en el presente trabajo, resultó elevado en forma comparativa a los resultados obtenidos para las otras especies trabajadas.

Los insectos pueden causar graves problemas en el almacenamiento y mantenimiento de las semillas, así como afectar la disponibilidad de semillas viables (Southgate, 1983). Las especies del género *Mimosa*, *Acacia* y *Prosopis*, así como otros géneros de la familia *Fabaceae* suelen presentar ataque de brúquidos ya que son hospederas en el ciclo biológico de estos coleópteros. Además, pueden ser atacadas por estadios larvales y ninfales de otros coleópteros así como de microhimenópteros y lepidópteros (Kingslover *et al.*, 1997).

En la caracterización del material recolectado, los coleópteros que se encontraban afectando frutos y semillas de las fabáceas bajo estudio, pertenecían a la familia *Bruchidae*. Se detectó una mayor incidencia de los mismos en las semillas de la especie *Prosopis strombulifera*, seguida por *Acacia gilliesii* y un bajo porcentaje de ataque en especies de *Mimosa ephedroides*. *Prosopis strombulifera* sería la especie más sensible de las estudiadas al ataque de los mismos.

Los brúquidos se alimentan en su fase larval y ninfal de la parte interior de las semillas de fabáceas. La interacción biológica que se establece entre estas dos especies puede clasificarse como una predación cuando interfiere con la capacidad de las semillas de germinar o un parasitismo en el caso de que no interfiera (Kingslover *et al.*, 1997). Por otro

lado, algunos estudios indican que estos insectos pueden actuar contribuyendo a la germinación de especies de fabáceas al producir una escarificación física en las semillas (Pavón *et al.*, 2010).

Resultados obtenidos en otros trabajos realizados con especies del género *Prosopis* coinciden con los del presente trabajo. Villagra (2000), indica que la predación es uno de los destinos más importantes de las semillas de especies de este género. Para *Prosopis chilensis* se cita a coleópteros de la familia *Bruchidae* como una plaga de gran incidencia (Mazzuferi, 2000). En el caso de *Prosopis flexuosa* en un estudio desarrollado en Mendoza y San Juan POR Campos *et al.* (2014), determinaron que un 17 % de las semillas fueron predadas por coleópteros de la familia *Bruchidae* y *Apionidae*. Por otro lado, para *Prosopis strombulifera* Vega Socha (1996), obtuvo un porcentaje de frutos parasitados por brúquidos del 31,04 % el cual es menor que el porcentaje obtenido en el presente trabajo que fue de 84 %. Esta diferencia puede deberse a la mayor abundancia de este coleóptero que está condicionada por múltiples factores como la presencia de otras especies de fabáceas hospederas, condiciones meteorológicas que determinen un mayor potencial reproductivo de este insecto o a una menor presión de enemigos naturales sobre los mismos. En cuanto al tipo de interacción que se establece entre el insecto y *Prosopis strombulifera* puede clasificarse como predación ya que las semillas parasitadas no eran viables.

Por otro lado, para especies del género *Mimosa* el porcentaje de semillas afectadas por brúquidos varía entre 25-70% (Camargo Ricalde *et al.*, 2004; Pavón *et al.*, 2011). En este estudio encontramos que *Mimosa ephedroides* presenta un porcentaje de semillas atacadas por brúquidos del 12 %, el cual resulta bajo en comparación con otras especies del mismo género.

En el caso del género *Acacia*; Cogollor *et al.*, (1989) determinaron que el porcentaje de semillas y frutos parasitados por brúquidos para *Acacia caven* era del 75 % siendo el daño ocasionado significativo debido al alto porcentaje de pérdida de semillas y también a los problemas de regeneración de la estepa de espinos. Para otras especies de *Acacia* tales como *A. raddiana* y *A. tortilis* el porcentaje de semillas y frutos parasitados también es elevado (85-98%) presentando este hecho una limitante para obtener semillas viables y dificultando la propagación de estas especies (Wiegand *et al.*, 1999). En el caso de *Acacia gilliesii* se encontró un porcentaje menor de frutos y semillas parasitados (44 y 27 % respectivamente) a diferencia de lo reportado para especies del mismo género, lo que podría indicar que el ataque de brúquidos no restringiría significativamente la obtención de semillas viables.

Para la especie *Lycium tenuispinosum*, no se detectó en la caracterización de las semillas si las mismas se encontraban atacadas por insectos. Por último, de las especies trabajadas *Ephedra ochreatea* presentó el menor porcentaje de semillas parasitadas por lo que el ataque

de insectos a las mismas no reportaría mayores problemas para la obtención de semillas viables.

5.2 Test de viabilidad

Para las especies *Mimosa ephedroides*, *Acacia gilliesii* y *Ephedra ochreatea*, los valores de viabilidad obtenidos mediante la prueba de tetrazolio coinciden con los valores de germinación en condiciones óptimas determinados en el presente estudio.

Para *Prosopis strombulifera* el valor de viabilidad es un 25 % mayor al poder germinativo, lo que puede atribuirse a que no se realizó un tratamiento pregerminativo y esta especie posee cubiertas seminales impermeables, por lo que el total de semillas viables no se imbibieron. Por otro lado, el valor de viabilidad es menor que el descrito para la misma especie en otros estudios el cual alcanzaría más del 90 % (Sosa *et al.*, 2005).

En el caso de *Lycium tenuispinosum* el valor de viabilidad fue de un 50 % menor que el poder germinativo en condiciones óptimas. La diferencia en los resultados hallados puede deberse a que la metodología empleada no sería adecuada para evaluar viabilidad en las semillas de esta especie ya que podrían ser de metabolismo lento, lo que impide una coloración del embrión en los tiempos trabajados (Norcini y Aldrich, 2008). Por este motivo, debería ajustarse el tiempo de tinción o la concentración de tetrazolio en futuros ensayos.

5.3 Efecto de la temperatura

Las temperaturas extremas ensayadas de 0 y 50 °C inhibieron la germinación de todas las especies estudiadas. Esto se debe a que las semillas no pudieron iniciar o completar las fases germinativas y en el caso de las semillas incubadas a 50 °C esta temperatura resultó letal para los embriones.

La temperatura óptima de germinación de *Mimosa ephedroides* y *Prosopis strombulifera* se encuentra entre 20 y 40 °C mientras que para *Acacia gilliesii* la misma se halla entre 30°C y 40 °C, estando dicha especie mejor adaptada a germinar a mayor temperatura que las otras dos fabáceas estudiadas.

En cuanto a la temperatura óptima de germinación de las tres especies, la misma coincide con las temperaturas de la época estival cuando ocurren las precipitaciones en la provincia fitogeográfica del Monte lo que permitiría una mayor supervivencia y establecimiento de plántulas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos para otros arbustos nativos de la provincia de Mendoza (Passera, 1991; Villagra, 1995; Dalmasso, 2007; Fernández, 2017).

El comportamiento del porcentaje de semillas germinadas ante un aumento de temperatura difiere para las tres especies de fabáceas trabajadas. En el caso de *A.gilliesii* hay una relación directa entre el incremento de temperatura y el porcentaje de semillas germinadas hasta los 40 °C. En tanto que, para *Mimosa ephedroides* el porcentaje de semillas germinadas

disminuye con el aumento de temperatura luego de los 20 °C aunque sin diferencias significativas. Por otro lado, para *P. strombulifera* la capacidad germinativa no varía significativamente entre los 20-40 °C.

En cuanto al efecto del tratamiento a 10°C en la germinación, el mismo disminuyó tanto la velocidad de germinación como el porcentaje final de semillas germinadas respecto de los tratamientos a 20; 30 y 40°C para las tres especies. La disminución de la velocidad de la germinación está relacionada probablemente con la disminución de la actividad enzimática la cual es fundamental para desencadenar la germinación, por ello en dicho tratamiento el inicio de la germinación presenta un retardo mayor.

Las semillas de *Mimosa ephedroides* incubadas a 10°C exhibieron el menor porcentaje de germinación respecto de las incubadas a 20; 30 y 40 °C, con diferencias significativas. En comparación con *A. gilliesii* y *P. strombulifera* el porcentaje de semillas germinadas a esta temperatura es relativamente alto para *M. ephedroides*. Por otro lado, en cuanto al comportamiento germinativo de especies del mismo género, Montaña Arias *et al.* (2015) también obtuvieron una disminución de la capacidad germinativa de *M. luisiana* y *M. aculeaticarpa var aculeaticarpa* para 10°C respecto a tratamientos a mayor temperatura pero a diferencia de *M. ephedroides*, para estas especies las diferencias no fueron significativas por lo que las mismas estarían mejor adaptadas a germinar a esa temperatura.

Funes *et al.* (2008), determinaron el efecto de la alternancia de temperatura sobre la germinación de distintas especies de *Acacia*, cuyas semillas fueron recolectadas en la provincia de Córdoba, entre ellas *A. gilliesii*. En dicho trabajo obtuvieron para la misma un porcentaje final de germinación de 52±8 % para el tratamiento de incubación 5/15 °C. Los resultados encontrados por Funes *et al.* (2008), podrían deberse a que *A. gilliesii* en su fase germinativa responde mejor a la alternancia de temperatura por debajo de 20 °C que al tratamiento a temperatura continua como se efectuó en el presente trabajo y para el cual se obtuvo un porcentaje menor de semillas germinadas. Por otro lado, para otras especies de *Acacia* estudiadas por Funes *et al.* (2016), tales como *A. aroma*, *A. caven* y *A. atramentaria*, la incubación de las semillas a temperaturas menores de 20 °C resultó inhibitoria por lo que podría asumirse que la disminución de temperatura por debajo de 20 °C en la etapa germinativa, afecta en menor medida a *A. gilliesii* que a otras especies estudiadas del género *Acacia* presentes en el Dominio Chaqueño.

Respecto de los resultados obtenidos en otros ensayos para especies del género *Prosopis*, Cony y Trione (1996) determinaron que *P. flexuosa* y *P. chilensis* germinaban en un porcentaje menor al 10 % a 10 °C por lo que *Prosopis strombulifera* estaría mejor adaptada que estas dos especies para germinar a dicha temperatura ya que alcanzó 27,5 % de semillas germinadas al final del ensayo para ese tratamiento.

Por otro lado, en lo que refiere a los resultados obtenidos en la presente tesis para *Lycium tenuispinosum* y *Ephedra ochreatea* el comportamiento a 10°C exhibió un patrón completamente distinto al de las otras especies trabajadas. Para ambas el mayor porcentaje de semillas germinadas al final de ensayo y la mayor velocidad de germinación tuvieron lugar a dicha temperatura. En las condiciones ensayadas temperaturas mayores a 20 °C (tratamientos a 30 y 40 °C) inhibieron la germinación de estas especies e inclusive podrían estar induciendo procesos de dormición.

En coincidencia con los resultados obtenidos en el presente estudio para *L. chilense*, un arbusto de zonas áridas cuya distribución es similar a la de *L. tenuispinosum*; Peter *et al.* (2014) encontraron que semillas incubadas a 25 °C en oscuridad continua no germinaron. Por otro lado, para otras especies arbustivas del mismo género como *L. chinense* y *L. barbarum*, Tudor *et al.* (2017) consideraron como temperatura óptima de incubación de las semillas el rango entre 18 °C y 20 °C.

En cuanto a la temperatura óptima de germinación de otras Efedráceas Young *et al.* (1975), señalan que la germinación óptima de *E. nevadensis* tiene lugar a temperaturas constantes entre 5 y 20 °C en tanto que *E. viridis* presenta germinación óptima cuando se combinan temperaturas frías (2 °C o 5 °C) y temperaturas de 15°C a 25°C. Para *E. triandra* no se registran semillas germinadas a 25 °C (Fernández com.personal). Temperaturas continuas de incubación a más de 20°C disminuyen la capacidad germinativa de estas especies (Kay ,1977) o hasta la inhiben lo que coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Se presume que la adaptación de *E.ochreatea* y *L. tenuispinosum* para germinar a baja temperatura podría atribuirse a motivos diferentes. En el caso de *E. ochreatea* el mayor porcentaje de germinación obtenido en el tratamiento de 10°C estaría relacionado con las menores temperaturas registradas en su área de distribución perteneciente al dominio Patagónico. En cuanto a *L. tenuispinosum* la temperatura óptima de germinación a 10°C podría indicar que requiere de un periodo de exposición a baja temperatura para germinar presentando posiblemente dormición fisiológica, por ello el retardo en el inicio de la germinación fue de 15 días.

5.4 Efecto del estrés hídrico

Cuando las semillas de las distintas especies fueron sometidas a potenciales hídricos decrecientes la capacidad germinativa se vio afectada en distinto grado. Maldonado *et al.* (2002), postulan que la resistencia al estrés hídrico de las semillas estaría vinculada con la capacidad de activar genes que producen glicoproteínas ricas en prolina, las cuales permiten mantener la funcionalidad de la membrana celular. Esta resistencia sería adquirida durante la formación de la semilla y afectada por las condiciones ambientales a la que es expuesta la planta madre.

Para las especies pertenecientes a la familia Fabaceae, potenciales hídricos decrecientes sólo afectaron significativamente la capacidad germinativa a partir de -0,56 MPa en el caso de *Acacia gilliesii* y de -2,24 MPa para *Mimosa ephedroides* y *Prosopis strombulifera*. Estos resultados indican que las tres especies están adaptadas a germinar en condiciones de déficit hídrico moderado y severo.

A. gilliesii y *P. strombulifera* son capaces de germinar en un 17,5 y 20 % respectivamente aún sometidas a condiciones de severo estrés hídrico con potenciales agua de -2,24 MPa, lo que coincide con los resultados obtenidos para otro arbusto nativo de zonas áridas, *Atriplex lampa* (Passera, 1990), en tanto que para *M. ephedroides* la capacidad germinativa resulta inhibida a -2,24 MPa.

A diferencia de los resultados obtenidos en el presente trabajo para *M. ephedroides*, estudios realizados con otras especies del género *Mimosa* indican que la capacidad germinativa de las mimosas se ve afectada en mayor medida ante potenciales hídricos decrecientes. La capacidad germinativa de *M. pudica* y *M. invisa* disminuye significativamente a partir de -0,8 MPa y se ve completamente inhibida a -1,12 MPa (Chauhan y Jhonson, 2008; Chauhan y Jhonson, 2009) en tanto que para la especie *M. bimucronata* la capacidad germinativa es afectada significativamente a partir de -0,49 MPa (Santarem *et al.*, 1996).

Vernier *et al.* (2016), encontraron que *A. aroma*, *A. caven*, *A. atramentaria*, *A. praecox* y *A. gilliesii* presentan altos porcentajes de germinación en el rango de 0 a -0,35MPa, en tanto que a partir de -0,75 MPa el porcentaje de germinación era muy bajo o nulo. En dicho estudio, *A.gilliesii* y *A. praecox* mostraron mayor tolerancia al estrés hídrico en su etapa germinativa que sus congéneres. Luego de 15 días transcurridos desde el inicio del ensayo, *A. gilliesii* presentó un porcentaje germinativo menor al 10 % en tal estudio para -0,75 MPa y un porcentaje prácticamente nulo de semillas germinadas para -1,20 MPa mientras que en los resultados obtenidos en el presente estudio se encontró que esta especie mantiene un porcentaje germinativo cercano al 20 % incluso ante -2,24 MPa, para el mismo periodo de tiempo. La diferencia entre los resultados obtenidos en ambos estudios puede deberse a las condiciones climáticas en las que han evolucionado las dos procedencias de *A.gilliesii*. El área de recolección de las semillas utilizadas en la investigación de Vernier *et al.* (2016), registra una precipitación media anual de 500 mm en tanto que, en la zona que se recolectaron las semillas de *A. gilliesii* empleadas en el presente trabajo, la precipitación media anual es de 250 mm. Otra posible explicación puede atribuirse a que la técnica de escarificado que utilizaron como pretratamiento germinativo disminuyó en la semilla la capacidad de tolerar estrés hídrico.

Los resultados obtenidos sobre el efecto del incremento del estrés hídrico en la capacidad germinativa de *Prosopis strombulifera* coinciden parcialmente con los resultados obtenidos por otros autores para la misma especie y para otras especies del género *Prosopis*. En cuanto

a otras especies del género *Prosopis*, Cony y Trione (1998) obtuvieron que *P. flexuosa* y *P. chilensis* germinaban aún bajo potenciales de -2,2 MPa aunque en baja proporción (<10%). El umbral a partir del cual resultó afectada significativamente la capacidad germinativa de estas especies fue de -1,2 MPa, en tanto que entre 0 y -1,00 MPa la capacidad germinativa no era afectada significativamente, lo cual coincide con los resultados obtenidos para *P. strombulifera*. Por otro lado, en estudios efectuados por Sosa *et al.* (2005), con semillas de *P. strombulifera* se determinó que a partir de -1,2 MPa el porcentaje de semillas germinadas resultaba afectado significativamente y a -2,2 MPa el mismo era nulo. En el caso de los resultados obtenidos en el presente trabajo, *P. strombulifera* presenta mayor tolerancia al estrés hídrico en su etapa germinativa ya que la capacidad germinativa resultó afectada significativamente sólo en el tratamiento a -2,24 MPa y la misma no es inhibida a este potencial. Las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos en el presente trabajo y lo reportado por Sosa *et al.* (2005), pueden deberse a que se trata de distintas procedencias de *P. strombulifera* las cuales mostrarían una respuesta diferencial en su etapa germinativa ante potenciales hídricos decrecientes. La diversidad intra e interespecífica de respuestas ante situaciones de estrés hídrico en la etapa germinativa ha sido comprobada para muchas especies de *Prosopis* (Cony y Trione, 1998).

Para la especie *Lycium tenuispinosum*, se obtuvo que el porcentaje de semillas germinadas resulta afectado significativamente ante estrés hídrico moderado y severo. Por otro lado, una pequeña disminución del potencial hídrico a -0,14 MPa genera un aumento significativo de la capacidad germinativa para esta especie respecto de 0,00 MPa a diferencia de las demás especies estudiadas en las cuales no existió diferencia entre estos tratamientos. Para *L. ruthenicum* Yang *et al.* (2008), señalaron que el potencial germinativo presentaba diferencias significativas a partir de -0,39 MPa, por lo que esta especie así como *L. tenuispinosum* no se encuentran adaptadas a germinar ante potenciales hídricos menores.

Por último, *Ephedra ocreata* exhibe un comportamiento similar a *P. strombulifera* ante potenciales hídricos decrecientes, viéndose afectada la capacidad germinativa en forma significativa solo para el tratamiento a -2,24 MPa. Esta especie se encuentra adaptada a germinar en condiciones de estrés hídrico moderado y/o severo al igual que las especies de fabáceas trabajadas en la presente tesis. Por otro lado, los resultados obtenidos para *E. ochreatea* difieren de los encontrados por Al Tasain (2009), para otra efedrácea, *E. alata*, la cual ve afectada significativamente su germinación a partir de -0,6 MPa y ésta se reduce en un 50% para -1,5 MPa respecto al control. *E. ochreatea* estaría mejor adaptada a germinar en condiciones de estrés hídrico que su congénere.

5.5 Efecto del pH

Los resultados demuestran que para 4 de las especies estudiadas en el presente trabajo al menos uno de los tratamientos de pH afectó significativamente la capacidad germinativa respecto a pH neutro (7).

En coincidencia con lo reportado por Baskin y Baskin (2014), la mayoría de las especies germinó en un rango de pH de 6 a 7. Además, todas las especies estudiadas no vieron inhibida su capacidad germinativa para el rango de pH ensayado por lo que podrían germinar en condiciones ácidas o ligeramente alcalinas, aunque en este caso en porcentajes menores.

La única especie cuyo porcentaje y velocidad germinativa no se ve afectada por el pH del medio es *M. ephedroides*. Resultados similares fueron obtenidos para otras especies del género *Mimosa* como *M. pudica* y *M. invisa* (Chauhan y Jhonson, 2008; Chauhan y Jhonson, 2009), por lo que el pH no sería un factor limitante en la germinación de dichas especies.

A. gilliesii fue la especie que luego de *Mimosa ephedroides* pudo mantener niveles altos de germinación tanto a pH ácidos como ligeramente alcalinos, mostrando diferencias significativas respecto a pH 7 sólo para los valores extremos del rango de pH ensayado.

El mayor porcentaje de semillas germinadas para todas las especies fue alcanzado a pH 7, con diferencias altamente significativas con el resto de los tratamientos en el caso de *P. strombulifera* y *E. ochreatea*. Estas dos especies exhibieron un efecto marcado de la incidencia del pH del medio en la germinación, ya que cuando éste difiere de 7, el porcentaje de semillas germinadas y la velocidad de germinación disminuyen significativamente.

Algunas investigaciones reportan que para semillas con cubiertas seminales impermeables, el efecto de pH ácido (5) puede ser directo degradando ciertos compuestos de la cubierta y aumentando su permeabilidad o indirecto estimulando el crecimiento de ciertos hongos que también degradarían la cubierta seminal (Deska *et al.*, 2011). Para *Prosopis strombulifera* esto podría explicar el hecho de que a pesar de que el tratamiento a pH 5 muestra diferencias significativas con el de pH 7, la capacidad y velocidad germinativa en el mismo son mayores que las de los tratamientos a pH 6,8 y 9. En el caso de las otras especies estudiadas en el presente trabajo, las cuales no poseen cubiertas seminales impermeables, no se registra este comportamiento de la germinación disminuyendo el porcentaje de semillas germinadas a medida que disminuye el pH del medio.

En cuanto al efecto de pH básico y ligeramente alcalino en la germinación, todas las especies disminuyeron su capacidad germinativa ante un incremento de pH del medio a partir del neutro (7). Algunos investigadores señalan que el aumento de la concentración de hidrogeniones en algunas especies podría actuar afectando la actividad enzimática de las semillas lo cual disminuiría su capacidad germinativa (Deska *et al.*, 2011).

5.6 Ruptura de dormición

5.6.1 Efecto de la luz en la germinación de *L. tenuispinosum*

Para semillas pequeñas como las de *L. tenuispinosum*, la escasa disponibilidad de reservas del embrión puede derivar en que las mismas requieran de luz para germinar como estrategia adaptativa que asegura que las semillas se encuentren a poca profundidad, pudiendo emerger sin problemas (Baskin y Baskin, 2014).

Lo enunciado en el párrafo anterior se vio avalado por los resultados obtenidos en el ensayo de luz. El tratamiento con calidad de luz rojo y rojo lejano tuvo diferencias significativas, comportándose las semillas en las condiciones establecidas en el ensayo como fotoblásticas positivas ya que la germinación se vio inhibida para la longitud de onda rojo lejano. Por otro lado, el retardo en el inicio de la germinación se redujo a la mitad respecto del ensayo de temperatura. No obstante, la proporción de semillas germinadas fue baja a comparación de los valores obtenidos en el ensayo de temperatura el cual se realizó en condiciones oscuridad.

En cuanto a la disminución del número de días hasta el inicio de la germinación, el mismo puede explicarse debido a que a 10°C la actividad enzimática se ve reducida respecto de 28°C. En lo que respecta a la disminución del porcentaje de semillas germinadas, la principal explicación radica en que el ensayo de luz se realizó a 28°C, temperatura que se aleja del rango óptimo según lo determinado en el ensayo correspondiente. Por otro lado, los resultados obtenidos indican que la respuesta de la germinación a temperaturas mayores a 20°C puede estar mediada por la molécula de fitocromo en esta especie ya que en el ensayo de temperatura la germinación se vio inhibida para dichas temperaturas en condiciones de oscuridad.

Según Castillo *et al.*, (2013), el efecto de la luz puede ser moderado por factores abióticos como la temperatura. La respuesta diferencial de *L. tenuispinosum* frente a la luz a temperaturas mayores a 20°C podría consistir en una estrategia para prevenir la germinación ante condiciones desfavorables.

Otro aspecto que podría incidir en los resultados observados, son las condiciones de almacenamiento. Está documentado que para algunas especies las condiciones de almacenamiento pueden variar los requerimientos de luz de las simientes (Baskin y Baskin, 2014), lo cual podría ser otro de los factores que afectó la respuesta de las semillas de *L. tenuispinosum* a la luz.

5.6.2 Efecto de la estratificación en frío en la germinación de *E. ochreatea*.

La estratificación en frío puede romper la endodormición de semillas ya que modifica el balance entre la concentración de los inhibidores y promotores de la germinación en los tejidos externos e internos de las mismas (Oba *et al.*, 2017).

A diferencia de otras especies del mismo género, si bien la estratificación en frío logró aumentar el porcentaje de semillas germinadas de *E. ochreta*, no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo y tampoco se redujo el número de días hasta que inicia la germinación.

El periodo de estratificación en el presente trabajo fue muy breve a diferencia del asignado en los tratamientos realizados a otras especies, el cual supera las 300 h (Meyer, 2008). No obstante, el poder germinativo luego de 24h de estratificación fue similar al porcentaje de semillas viables determinado por el test de tetrazolio.

6. CONCLUSIONES

La caracterización del material recolectado resulta de utilidad para poder estimar la cantidad de frutos a cosechar. Asimismo, conocer el momento de cosecha y los posibles lugares donde se pueden obtener los frutos en forma abundante, son datos que resultan de interés para ahorrar tiempo en los primeros pasos de las tareas de restauración y que permiten además obtener semillas de mayor calidad.

Por otro lado, la caracterización del material permitió determinar que el ataque de insectos puede reportar un problema de importancia para la obtención de semillas en buen estado, principalmente en el caso de *Prosopis strombulifera* y en menor medida para *Acacia gilliesii*. En función de ello, durante el almacenamiento del material recolectado, es necesaria la utilización de algún principio activo con efecto insecticida para evitar que una vez cosechados los frutos, los insectos que potencialmente se encuentren en el material continúen propagándose y dañando el mismo. Si bien para algunas especies del género *Prosopis* y *Acacia* se ha señalado que el ataque de brúquidos puede mejorar la germinación al actuar como un escarificado, el nivel de daño reportado en las semillas obtenidas en el presente trabajo fue alto, por lo que sólo contribuiría a la imbibición de las semillas, afectando la calidad de las mismas para su propagación en condiciones de laboratorio, motivo por el cual deben descartarse. Para las demás especies estudiadas, la incidencia del ataque de insectos no constituiría un problema de gran relevancia.

En cuanto al porcentaje de semillas vanas, el mismo es relativamente bajo, menor a 25 %, para todas las especies por lo que si bien es recomendable la separación de las mimas, el poder germinativo no disminuiría significativamente si la separación no se efectúa.

La viabilidad de las semillas de las fabáceas trabajadas fue alta (>80%), en coincidencia con resultados obtenidos para otras especies arbustivas del Monte (Fernandez, 2017; Passera, 1990). En lo que respecta a *E. ochreata* la misma posee una viabilidad relativamente menor que las fabáceas estudiadas. En el caso de *L. tenuispinosum* la metodología del test de viabilidad realizado no resultó adecuada para determinar el porcentaje de embriones

viables debiendo ajustarse para futuros ensayos la concentración de la solución de 2,3,5 trifeniltetrazolio.

Respecto a las hipótesis planteadas, se acepta que la temperatura y el estrés hídrico inciden significativamente en el poder germinativo de las especies bajo estudio. En el caso del pH, la única especie cuya germinación no resultó significativamente afectada por el mismo es *M. ephedroides*.

En cuanto a los factores analizados, la temperatura es el que tiene mayor incidencia en la germinación de las especies estudiadas. La temperatura óptima de germinación, según las determinaciones realizadas en el presente trabajo, se encuentra en el rango de 20 a 40 °C para *M. ephedroides*, *A. gilliesii* y *P. strombulifera* coincidiendo con los resultados encontrados para otras especies arbustivas del Monte (Fernández, 2017; Cony y Trione, 1996). Por otro lado, la germinación de *L. tenuispinosum* y *E. ochreatea* resulta inhibida para temperaturas mayores a 20°C. En el caso de *L. tenuispinosum* resulta llamativo ya que la estación húmeda en la provincia fiogeográfica del Monte coincide con temperaturas elevadas. Esta podría ser una de las razones por la que esta especie invierte gran cantidad de energía en la producción de frutos y semillas, ya que tienen poca probabilidad de éxito en germinar. En lo que respecta a *Ephedra ochreatea*, la explicación radica en que la germinación se halla adaptada a las condiciones climáticas del dominio Patagónico en el cual se distribuye.

En cuanto al estrés hídrico, a excepción de *L. tenuispinosum* que resultó ser la especie más sensible ante potenciales hídricos decrecientes en su etapa germinativa, las restantes especies no ven afectado su poder germinativo en forma significativa respecto al testigo hasta -0,56 MPa. El carácter adaptativo de *A. gilliesii*, *P. strombulifera* y *E. ochreatea* a zonas áridas permite que las mismas germinen aún bajo potenciales agua de -2,24 MPa. Cabe destacar que las diferencias encontradas para *A. gilliesii* y *P. strombulifera* respecto a resultados obtenidos en ensayos similares evidencian que distintas procedencias de estas especies difieren en el grado de adaptación en su etapa germinativa para poder tolerar el déficit hídrico.

En lo que refiere al efecto del pH del medio, las especies son capaces de germinar en el rango de 5 a 9. No obstante, para pH que difieren del neutro el porcentaje de semillas germinadas disminuye.

Considerando el efecto de dos calidades de luz sobre la germinación de *L. tenuispinosum* y los resultados del ensayo de temperatura se conjetura que las semillas de esta especie requieren de luz para germinar a temperaturas mayores a 20 °C y que se comportan como no fotoblásticas a temperaturas menores. Los efectos de los factores luz y temperatura no serían aditivos. Se recomienda la evaluación del efecto de la interacción de estos factores en la germinación de *L. tenuispinosum*.

En base a los resultados obtenidos en el tratamiento de estratificación en frío, se rechaza la hipótesis planteada de que las semillas de *Ephedra ochreatea* presentan dormición fisiológica y precisan de exposición a bajas temperaturas para eliminar la misma, ya que el tratamiento de estratificado no contribuye a aumentar significativamente el porcentaje de semillas germinadas de esta especie. Se presume que las semillas de *E. ochreatea* presentan endodormición en baja proporción (< 25%) ya que los valores obtenidos con el estratificado fueron similares a los del ensayo de viabilidad, aunque no difieren significativamente del testigo. Dados los resultados, se considera que no es necesaria la realización de tratamientos pregerminativos para la misma. Se recomienda el almacenamiento en frío de dichas semillas para mejorar el poder germinativo.

En función a los resultados obtenidos en el presente estudio y a las características del hábitat y nicho de las especies seleccionadas, se considera que las mismas resultan de interés para su utilización en tareas de restauración, por lo que se sugiere que se continúe con la investigación de las mismas para poder incorporarlas a paquetes ecotecnológicos.

De las especies trabajadas, *Mimosa ephedroides* que hasta el momento era una de las especies para la cual se desconocía el efecto de distintos factores sobre la germinación, es la que se presenta como más promisoría para su viverización y utilización en tareas de restauración. Ello se debe a que esta especie según las determinaciones realizadas presenta semillas con alta viabilidad, una baja incidencia de ataque de insectos, bajo porcentaje de semillas vanas, no requiere de tratamientos pregerminativos y posee capacidad de germinar en un rango amplio de temperatura, pH y estrés hídrico. Además posee una alta energía germinativa, pudiendo obtenerse en menos de 48 h más del 90 % de semillas germinadas.

La importancia del trabajo radica en aportar información sobre las condiciones que afectan la germinación de estas especies arbustivas nativas, lo cual permite avanzar en los pasos para poder lograr la viverización de las mismas para su posterior utilización en tareas de restauración o conservación.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Alves, E. U,** Rinaldo C.P Oliveira, A. P, Alcântara, B. y Araújo, R. A. 2002. Germinação de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Em diferentes substratos e temperaturas. Revista Brasileira de Sementes, Vol.24(1), 169-178. doi:<https://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222002000100025>
- Al Tasain,W.,** Abdulaziz A., Al-Qarawi, y Moodi S. 2010. Effect of water stress by polyethylene glycol 8000 and sodium chloride on germination of Ephedra alata Decne seeds. Saudi journal of biological sciences, Vol.17(3), p.253-257. doi: 10.1016/j.sjbs.2010.04.011
- Abraham, M.E.** 2002.Lucha contra la desertificación en las tierras secas de Argentina. El caso de Mendoza. En El agua en Iberoamérica; De la escasez a la desertificación. CYTED XVII, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. . Ed. Alicia Fernández Cirelli.15 p.
- Baskin, C.C.** y Baskin, J.M. 2014. Seeds: Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Elsevier. Second Edition.1600 p.
- Braun Blanquet, J.**1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales [ed. 3]. H. Blume Ediciones, Barcelona.
- Burkart, A.** 1976 A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae) Vol. 57, p. 219-249.
- Carretero, E.M.** y Dalmasso, A.D. 2015. Revegetación de ambientes degradados. Selección de especies. En Restauración de la Diagonal Árida Argentina.Vol.2, p.70.
- CCD/PNUMA,** 1995. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, Texto con anexos. Suiza. ,p: 71.
- Chauhan, B.S** and JohnsonD E.2008.Seed Germination and Seedling Emergence of Giant Sensitiveplant.(*Mimosa invisa*).Weed Science Vol.56, p.244–248
- Chauhan, B. S.** y Johson, D. E. 2009, Germination, emergence, and dormancy of *Mimosa pudica*. Weed Biology and Management, Vol.9, 38–45. doi: 10.1111/j.1445-6664.2008.00316.x
- Cony, M.** y Trione S.O.1996. Germination with respect to temperature of two Argentinian *Prosopis* species. Journal of Arid Environments 33: 225-236.

- Cony, M.** y Trione S.O.1998.Inter and intraspecific variability in *Prosopis flexuosa* and *P. chilensis*: seed germination under salt and moisture stress. Journal of Arid Environments 40 (3): 307-317.
- Dalmasso, A.D.**, Martinez Carretero,E.y Console,O.2002.Revegetación de áreas degradadas. Boletín de extensión científica.Vol.5, 48 p.
- Dalmasso, A.D.** 2007 Tesis: Revegetación de áreas degradadas con especies nativas en el marco de la geosinfitosociología. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias.148 p.
- Dalmasso, A.D**, Candia, R.y Funes Pinter, M.I.2014.Revegetación sin roturación de suelo en plataforma empotrada CF88, Yacimiento Fortunosos, Malargüe. Revista Experimentia Vol.4. p. 99-104
- Dalmasso. A.D.** y Ciano, N. 2015. Restauración de Taludes con especies nativas para zonas áridas y semiáridas. Revista Experimentia Vol. 5,80 p.
- Dayreell,R.L.C.**,Arruda, A. J., Buisson, E. and Silveira, F. A.2016.Overcoming challenges on using native seeds for restoration of megadiverse resource-poor environments: a reply to Madsen et al., Restoration Ecology, Vol.24.p.710–713. doi:10.1111/rec.12450
- De La Vega Socha, A.** 1996. Variabilidad Genética y Estructuración Poblacional en Especies del género *Prosopis*: Recurso Biótico para reforestar zonas áridas”. Tesis Doctoral. Universidad Pública de Navarra. Departamento de Producción Agraria. Navarra, España.
- De La Cuadra, C.** 1992. Germinación, latencia y dormición de semillas. Dormición en las avenas locas. Hojas divulgadoras. Nº3, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. 24 p.
- Derbel, S.** y Chaieb, M. 2007. Germination behaviour and seedling establishment of two desert shrubs, *Calligonum polygonoides* (Polygonaceae) and *Spartidium saharae* (Fabaceae), under experimental conditions, Acta Botanica Gallica, 154:4, p.533-544.
- Deska, J.**, Jakowski, A.,Bombik,A. y Jankowska ,A.2011. Effect of growing medium pH on germination and initial development of some grassland plants Acta Sci. Pol., Agricultura 10(4), p. 45-56.
- Erickson, T.E.** 2015.Seed dormancy and germination traits of 89 arid zones species targeted for mine-site restoration in the Pilbarra region of Western Australia.University of Western Australia, School of plant Biology, Australia.185p.
- Evenari, M.** 1957. Bull. Soc. Franc. Physiol.Veg.Vol.3 (4), p.105-124.
- Fernandez, G.** y Johnston, M. 1986. Fisiología Vegetal Experimental. Costa Rica: IICA. 428 p.

- Fernández, M .E.** 2017 .Tesis doctoral: Características ecofisiológicas y morfológicas de arbustos nativos de zonas áridas que determinan el crecimiento y supervivencia en condiciones de estrés. Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo.107p.
- Funes, M.I.** 2008. Evaluación de la potencialidad de uso de *Deuterocohnia longipetala* (Baker – Mez) “Chaguar”, para la revegetación de laderas degradadas por la actividad minera no metalífera.Mendoza, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias .59p.
- Funes, G** y Venier, P. 2006. Dormancy and germination in three *Acacia* (Fabaceae) species from central Argentina. *Seed Sci. Res.* 16:77-82.
- Gutiérrez, J.R.**2001. Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. En Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo.Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. Vol 16. 253-260
- Ibañez, A.N.** y Passera C.B. 1997.Factors affecting the germination of albaida (*Anthyllis cytisoides* L.), a forage legume of the Mediterranean coast.*Journal of Arid Environments*.Vol.35, p.225–231.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA).** 1982. Informes y documentos para Análisis y Consideración a La Segunda Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo y a la Segunda Reunión Extraordinaria de La Junta Interamericana de Agricultura.30 p.
- I.S.T.A.**1985. International rules for seed testing. *Seed Science & technology* (Netherlends), Vol.13, p.307-513.
- .Physiological Plant Ecology. II. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg,edit. p. 401-431.
- Kay B.L.,** Ross, C.M., Graves, W.L., Brown, C.R. 1977. Gray ephedra and green ephedra. Mojave Revegetation Notes 19. University of California, Department of Agronomy and Range Science. 8 p
- Kos, M.** y Poschlod, P.2007.Seed use temperature cues to ensure germination under nurse-plants shade in xeric Kalahari Savannah.*Annals of Botany.* Vol.99 (4), p. 667–675.doi: 10.1093/aob/mcl293
- Lang, G.A.** 1987. Dormancy: A universal terminology. *HortScience* 22:817–920
- Llanes, A.,** Reinoso, H., y Luna, V. 2005. Germination and early growth of *Prosopis strombulifera* seedlings in different saline solutions. *World Journal of Agricultural Sciences*.1Vol.1 (2), p.120-128.
- Llanes, A.,** Arbona,V. y Gómez Cadenas,A. 2016. Metabolomic profiling of the halophyte *Prosopis strombulifera* shows sodium salt- specific response.*Plant Physiol Biochem.* doi: 10.1016/j.plaphy.2016.07.010.

- Luque, L.** Ciano N.F. y Nakamatsu V. 2005. Plan de abandono de canteras y picadas en la cuenca del Golfo San Jorge - Patagonia Argentina. 20 p.
http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_canteras_abandono_petroleo.pdf
- Masini, C.** Ay Rovere, A.E. 2013. Requerimientos germinativos de *Spheralcea mendocina* Philippi (Malvaceae) especie ruderal endémica de Argentina. En Restauración de La Diagonal Árida Argentina. Vázquez Mazzini Ed.
- Mack, R. N.,** D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout and F. A. Bazzaz. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. Ecological Applications. Ecological Society of America. Issues in Ecology No. 5. Spring. 22p.
http://www.mcc.cmu.ac.th/graduate/Agro723/Reading_Materials/Issue_Eco/issue5.pdf
- Méndez, E.** 1993. Bosques de *Acacia furcatispina* en cerrilladas pedemontanas de Mendoza MULTEQUINA. Mendoza. Argentina Vol. 2, p. 157-161.
- Méndez, E.** 2011. Efecto de la temperatura, esscarificación y concentraciones de calcio en la germinación de *Gymnocalycium schickendantzii* (F.A.C. Weber) Britton & Rose (Cactaceae). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. Vol 43(2) p. 103-109
- Méndez, M.** 2006. Germinación y establecimiento de plántulas de *Pterocereus gaumeri*, una cactácea columnar, rara y endémica de Yucatán, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 79, p. 33-41.
- Meyer, S.E.** y Pendleton, B.K. 2005. Factors affecting seed germination and seedling establishment of a long-lived desert shrub (*Coleogyne ramosissima*: Rosaceae). Plant Ecology, Vol .78, p. 171–187.
- Meyer, S.E.** 2008. Ephedra L.: ephedra or Mormon-tea. En: Bonner, Franklin T.; Karrfalt, Robert P., eds. The Woody Plant Seed Manual. Agric. Handbook No. 727. Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. p. 492-494
- Montaño Arias, S.A.,** Camargo Ricalde, S.L., Grether, R. y Díaz Pontones, D. 2015. Effect of scarification and temperature on seed germination of two Mexican species of Mimosa (Leguminosae-Mimosoideae). Botanical Sciences Vol. 93 (3), p. 649-659. DOI: 10.17129/botsci.185.
- Norcini, J** y Aldrich J.H. 2008. Assessing Viability of Prevariety Germplasm of Native *Coreopsis* Species. HortScience vol. 43 no. 6 1870-1881.
- Oliverio, R. C.** 2014. Efecto de la temperatura sobre la germinación de *Cynara Cardunculus* (L.) Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.

<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-temperatura-sobre-germinacion.pdf>

Oba, G.C., Gonelli, A.L. Masseto, T.E. 2017. Dormancy of safflower seeds: effect of storage and cold stratification. *Journal of Seed Science*, v.39, n.4, p.433-439, 2017 <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v39n4181244>

Orozco Almanza, M.S., León García L., Grether L., 2003. Germination of four species of the genus *Mimosa* (Leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico. *Journal of Arid environments*. Vol 55(1), p 75-92.g

Padilla, F.M., Pugnaire, F.I. 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol.4: 196-202.

P.A.N.-L.C.D (Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación). 2002. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, República Argentina. URL: <http://www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/unccd/cdpnac.htm>

Passera, C.B. 1991. Efecto de la temperatura y del estrés hídrico en la germinación de *Atriplex lampa* Moq. (Chenopodiaceae). *Studia Oecología*, Vol 7, 84p.

Passera, C.B. y Borsetto, O. 1989. Aspectos ecológicos de *Atriplex lampa*. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*. Vol. 2, p.179-198.

Passera, C.B. 2000. Fisiología de *Prosopis spp*. *Multequina*. Vol. 9 (2), p53-80.

Pavón, N.P., Ballato Santos, J. y Pérez, C. 2011. Germinación y establecimiento de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Fabaceae-Mimosoideae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 82, p 653-661

Pérez García, F. y Pita Villamil, J. M. 1999. Dormición de semillas. *Hojas Divulgadoras*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 2103 (1): 1-20

Peter, G., Leder, C.V., Calvo, D.A., Cruz, A.M. y Torres Robles, S.S. 2014. Evaluación DE tratamientos pregerminativos de seis especies nativas del ecotono Monte-Espinal *BioScriba* Vol. 7(1)1-10. <http://www.bioscriba.org.ar/volumenes/v7n1/Peteretal2014.pdf>

Reginato, M., Sosa L; Llanes A. y; Hamp, E. 2014. Ionic interactions within the major salts in the soil determine differential physiological responses in the halophytic legume *Prosopis strombulifera* *Plant biology*; vol. 16 p. 97 - 106

Ríos, J., Zarco, A., Mosca-Torres M. E., y Sabat, P. 2014. Dieta de *Phytotoma rutila* (Passeriformes: Cotingidae) en el desierto del Monte central, Argentina. *Gayana*. Vol 78(1), p 21-24.

Roberts, E.H. 1988. Temperature and seed germination. *Symposia of the Society for Experimental Biology*. Vol.42, 109-132.

- Roig, F.A.** 1981. Flora de la Reserva Ecológica de Ñacuñán. Cuaderno Técnico 3-80. Edit: Zeta.
- Roig, F.A,** Martínez Carretero, E. y Méndez, E. 2000. Vegetación de la Provincia de Mendoza. En: ABRAHAM, E. M. & F. RODRÍGUEZ MARTÍNEZ (eds.), Argentina. Recursos y Problemas Ambientales de la Zona árida. Primera Parte. Provincias de Mendoza, San Juan y La Rioja. Vol.1-2, pp. 63-64.
- Ruiz Leal, A.** 1972 Flora Popular Mendocina. Deserta 3. IADIZA Ed. FECtC. Buenos. Aires. 299 p. 54
- Santarem, E. R.;** Jarcilene, S. A. y Sales, T. S.1996.et al. Efeito do estresse hídrico na germinação e crescimento inicial de três espécies de leguminosas. Acta Botanica Brasilica, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2.
- Sheley, R.L** y Krueger Mangold J. 2003. Principles for restoring invasive plant-infested rangeland. Weed Science 51: 260–265
- Shoemaker,C.** y Carlson,W.1990.pH affects seed germination of eight bedding plants species. Hortscience 25(7) ,762-764.
- Society for Ecological Restoration International (SER).** 2004. Principios de SER Internacional sobre restauración ecológica. Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas 15 p.
- Sosa, L.,** Llanes, A., Reinoso, H., Reginato y M., Luna, V. 2005. Osmotic and specific ion effects on the germination of *Prosopis strombulifera*. *Annals of Botany*, Vol. 96(2), p. 261-267.
- Tudor, V.,** Asanica, A., Ravzan,I.,Tudor,A. 2017.Germination capacity of some *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. biotypes sedes.Romanian Biotechnological Letters.Vol. 22, No. 1.
- UNEP.** (United Nations Enviromental Programe). 1992 World Atlas of Desertification.69 p.3-11.
- Ulibarri, E. A.** 1997. Fabaceae (5). Tribu 9. Sophoreae, en A. T. Hunziker (ed.), Fl. Fanerog. Argent. 36: 3-11.
- Varela, S.A** y Arana,V. 2012. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Cuadernillo Nº 3 .Serie técnica: “Sistemas Forestales Integrados” Área Forestal - INTA EEA Bariloche.11p.
- Vernier, P.,** Cabido,M.y Funes, G. 2016. Germination characteristics offive coexisting neotropicalspecies of *Acacia*in seasonally dry Chaco forestsin Argentina.Plant Species Biology.doi: 10.1111/1442-1984.12134.
- Wallace, A.** yRomney, E.M. 1981. The role of pioneer species in revegation of disturbed desert areas. Great Basin Naturalist Memoirs, 4.

- Wang, J.H.**, Du, G.Z., Cui, X.-L., Zheng, X.F., Qi, W., 2009. Germination characteristics of 61 common woody species from the eastern Qinghai-Tibet Plateau of China and their life history correlates. *Zhi. Sheng. Xue.* 33, p.171-179.
- Wang, J.H.**, Chen, W., Zhang, Y., Zhang, Y.X., 2011. Effect of storage conditions on seed germination of four xeromorphic shrub species from Hexi Corridor. *Chinese Journal Ecology.* 30, p. 477:482.
- Wei, X. J.**; Seqinbateer, K., Wurina, Z. 2009. Study on physiological characteristics of seed germination of *Ephedra sinica*. *Zhong yao cai.* 32(5), p. 656-659.
- Welbaum, G.E.**, Isaí, T. y Bradford, K.J. 1990. Water relations of seed development and germination in Muskmelon (*Cucumis melo* L.)' III. sensitivity of germination to water potential and abscisic acid during development. *Plant Physiol.*; 92(1), p.1029-1037.
- Yang, Z.**, Li, J., Li, S. Z., Zhang, Y., & Ling, L. H. 2008. Effect of Different Sodium Salt Stress on the Seed Germination of *Lycium Ruthenicum* Murr. *Seed*, vol. 9, p. 19-23.
- Yan, L.**, Long-yu, H., Qing-mei L., Ze-ping J., Duo, L. y Yan, Z. 2015. Effects of Exogenous Antioxidant Germanium (Ge) on Germination and Growth of *Lycium ruthenicum* Murr Seedlings Subjected to NaCl Stress. *Environmental Technology Journal.* 28p. DOI: 10.1080/09593330.2015.1091512
- Young, J.A.** Evans, R.A & Kay, B.L. 1975. *Ephedra* seed germination. *Agronomy Journal.* Vol.69. (2) p 209-211.
- Zalazar, M.** Funes, G. y Venier, M.P. 2009. Factores que afectan la germinación de *Justicia squarrosa* Griseb, forrajera nativa de la región chaqueña de la Argentina. *AGRISCIENTIA.* Vol.26 (i). p.1-6.
- Zalba, S.M.** 2013. Incorporando el desafío de las invasiones biológicas a los proyectos de restauración ecológica. En Pérez DR, Rovere AE & Rodríguez Araujo ME *Restauración ecológica en la diagonal árida de la Argentina.* Vázquez Mazzini Editores. p. 61-73