



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Tesis para acceder al título de Magister en Ciencias Agropecuarias

**CARACTERIZACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE *Capsicum chacoëense*  
HUNZ (SOLANACEAE)**

Ing. Agr. Ariel Enrique Tapia

DIRECTORA: Dra. Elena Fernández

CODIRECTORA: Dra. Mónica Balzarini

Río Cuarto mayo de 2019

DEFENSA ORAL Y PUBLICA

Lugar y Fecha.....

Calificación.....

JURADO

Firma.....Aclaración.....

Firma.....Aclaración.....

Firma.....Aclaración.....

## AGRADECIMIENTOS

A María Auxiliadora.

A mi Padre y a mi Madre.

A la Dra. Elena Fernández, quien con mucha dedicación y paciencia me dirigió en este trabajo de tesis.

A la Dra. Mónica Balzarini y Angélica, por su ayuda inestimable en los análisis estadísticos de los datos.

A la Ing. María Inés Zalazar, por sus valiosos aportes a este trabajo.

A la Ing. Elena Bonadeo por su permanente ayuda a lo largo de todo este proceso.

A Pastora por su apoyo diario.

## CARACTERIZACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE *Capsicum chacoense* HUNZ (*Solanaceae*)

### RESUMEN

*Capsicum chacoense*, conocida como ají del campo por los pobladores rurales, es una especie saborizante usada como condimento en la comida tradicional, reemplazando al ají comercial y a la pimienta. Se distribuye en las comunidades vegetales naturales de los Llanos Riojanos, correspondiente a la región Fitogeográfica del Chaco. El sistema de cosecha de los frutos consiste en arrancar la planta completa, lo cual originó una regresión en las poblaciones nativas. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los requerimientos para la germinación de las semillas. Se tuvieron en cuenta diferentes regímenes de temperatura y fotoperiodos y tratamientos pre - germinativos; además, se evaluó la capacidad de germinación de sus semillas en el tiempo. La germinación estuvo condicionada, por el factor lumínico y la temperatura. Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron en el tratamiento VER20-30 (fotoperiodo 10/14 h y termoperiodo 20°/ 30° C). La oscuridad permanente redujo los porcentajes de germinación por debajo del 51 %. Los tratamientos pre-germinativos presentaron porcentajes de germinación superiores al 71 %, excepto el tratamiento con ácido giberélico. Luego de 24 meses de almacenamiento se observó un alto porcentaje de germinación de las semillas.

Palabras claves: termoperíodo, fotoperiodo, ají, Llanos riojanos, requerimientos de germinación.

## CHARACTERIZATION OF THE GERMINATION OF *Capsicum chacoense* HUNZ (*Solanaceae*)

### ABSTRACT

*Capsicum chacoense*, known as chili field for the rural population, is a flavoring spice used as seasoning in traditional food, replacing the commercial chili and pepper. He lives in communities of native plants of the Llanos Riojanos, corresponding to the phytogeographical region of the Chaco. The system of fruit harvest consists in start complete plant, which led to a regression in the native populations. The objective of this work was to characterize the requirements that affect the germination of the seeds. Different regimes of temperature, photoperiod and germinative pre - treatments were considered. Furthermore, the ability of seed germination over time was evaluated. The seed germination was influenced by the lighting factor and t by temperature. The highest percentages of germination were obtained in the VER20-30 treatment (photoperiod 10h / 14h and thermoperiod 20° / 30° C). The permanent darkness significantly reduced germination percentages below 51%. The pre-germination percentages presented germination percentages higher than 71%, except the treatment with gibberellic acid. After 24 months the storage, a high percentage of seed germination was observed.

Key word: thermoperiod, photoperiod, chili pepper, Llanos riojanos, germination requirements.

## ÍNDICE

	Página
Portada	I
Defensa oral y publica	II
Agradecimientos	III
Resumen	IV
Abstract	V
Índice	VI
Índice de Tablas	VII
Índice de Figuras	VIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	6
3. HIPÓTESIS	17
4. OBJETIVOS	17
5. MATERIALES Y MÉTODOS	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
7. CONCLUSIONES	36
8. BIBLIOGRAFÍA	37
9. ANEXOS	44

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Valores de Temperatura Media mensual, Precipitación Media Mensual y Evapotranspiración del Área de Estudio. Localidad de Milagro (Lat. 28° 45' 00" S; Long. 67° 30' 00" O; 1480 msnm).	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fotografías de <i>Capsicum chacoëense</i> Hunz	6
Figura 2. Ubicación del Área de Estudio.	19
Figura 3. Valores de germinación de <i>Capsicum chacoëense</i> , en relación a los días después de siembra, según temperaturas que simulan las estaciones del año.	26
Figura 4. Porcentaje de germinación de <i>Capsicum chacoëense</i> a los 35 días después de siembra, según condiciones de termoperiodo simulando las estaciones del año en oscuridad.	29
Figura 5. Germinación de <i>Capsicum chacoëense</i> , en relación a los días después de la siembra con foto o termoperiodo constante, simulando las estaciones del año.	31
Figura 6. Germinación de <i>Capsicum chacoëense</i> , a los 35 días después de siembra, en relación a los tratamientos pre germinativos.	33
Figura 7. Valores de germinación de <i>Capsicum chacoëense</i> , en relación a los días de germinación, para dos periodos de almacenamiento diferentes.	34

## 1. INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* se compone de 36 especies originarias de América Central y América del Sur (Meckelmann, 2014). Los primeros morfotipos de Chile -denominación con la que se lo conoce habitualmente a *Capsicum* en Centroamérica- se originaron en el pasado remoto geológico en un área bordeada por las montañas del Sur de Brasil hacia el Este, por Bolivia al Oeste y por Paraguay y desde el Norte hacia el Sur de Argentina. Esta localización se denomina “área nuclear” y tiene la más alta concentración de especies silvestres de Chile en el mundo. En esta área nuclear y solamente aquí, crecen representantes de todas las especies domesticadas del género (Pickersgill, 1997).

Del total de especies del género *Capsicum*, sólo cinco han sido domesticadas: *Capsicum annuum*; *Capsicum baccatum*; *Capsicum chinense*; *Capsicum frutescens* y *Capsicum pubescens* (Pickersgill, 1997; Perry *et al.*, 2007), de los cuales se han encontrado evidencias arqueológicas desde hace 6000 años a C (Perry *et al.*, 2007).

Estas cinco especies forman parte de la dieta habitual de los habitantes de los centros de origen, como así también de los habitantes de aquellas regiones donde fueron domesticadas, y actualmente son utilizadas en fresco y/o secas en todo el mundo. Los pimientos picantes (ajíes) se han extendido por el continente americano, zonas tropicales de África y Asia, donde sus frutos son valorados por el sabor que añaden a la dieta local. Los pimientos 'dulces' o no picantes son los preferidos por consumidores de las regiones templadas como Europa y América del Norte y su uso se ha ido extendiendo a las zonas tropicales a medida que las dietas se han vuelto más occidentalizadas (Pickersgill, 1997).

El género *Capsicum* presenta gran diversidad de formas, tamaños, colores, sabores, olores y niveles de picor o pungencia. Los parámetros para evaluar la calidad de los ajíes picantes son el picor, el color y la cantidad de vitamina C (González Salán, 2012).

El Chile se puede clasificar por su grado de picor o pungencia en cinco categorías, desde (I) no picante y desde 0 a 700 unidades de calor de Scoville (SHU) hasta (V) muy muy picante y 80000 SHU (Meckelmann, 2014). Los tipos menos picantes que son los que se utilizan para industrializar y a nivel casero, por lo general están compuestos en un gran porcentaje por agua, en promedio un 74,3%.

En cuanto a la composición, el contenido de proteína es de 2,3% y el de carbohidratos de 15,8%; otros componentes son las vitaminas y minerales y sustancias antioxidantes (González Salán, 2012).

Actualmente, *Capsicum*, se ha convertido en la especie más cultivada y ha eludido la historia del comercio por ser reproducida con tanta facilidad en una amplia variedad de condiciones climáticas (Halikowski Smith, 2015).

En Argentina, existen cuatro especies nativas del género *Capsicum*: *Capsicum chacoense*, *Capsicum eximium*, *Capsicum tovarii* y *Capsicum baccatum* (Zuloaga y Morrone, 1999). *Capsicum chacoense* Hunz. es una especie nativa de la región Fitogeográfica denominada Chaco o Chaqueña que abarca Argentina, Paraguay y Bolivia. Se extiende desde el Chaco Boreal paraguayo (Bahía Negra, 20° LS) y Bolivia (Dpto. Tarija) hasta llegar en Argentina al límite entre Córdoba y La Pampa (Hunziker, 1998).

Las plantas domesticadas son aquellas que el hombre seleccionó por determinadas alteraciones genéticas, de modo que no son capaces de sobrevivir en condiciones naturales, con una absoluta dependencia del hombre para su sobrevivencia (Pickersgill, 1983, 1986, citada por González Salán, 2012).

El género *Capsicum* domesticado presenta menor cantidad de frutos, de mayor tamaño, péndulos y persistentes, con variedad de colores tales como amarillo, naranja, violeta, marrón y verde. En cambio, las especies silvestres tienen frutos pequeños, verdes, - no todas, de hecho, *Capsicum chacoense* presenta frutos rojos a la madurez (Dimitri, 1980)-pungentes, que pueden ser ovoides, esféricos, cónicos u oblongos, crecen en forma erecta y decidua a madurez. Generalmente, no se presentan en ambientes antrópicos, por lo que no existe ningún grado de relación de dependencia con el hombre. Las semillas son prevalentemente diseminadas por los pájaros atraídos por el color brillante de los frutos (García, 2006, citado por González Salán, 2012).

La región del Chaco en su porción más árida, abarca ocho departamentos políticos de la zona sureste de la Provincia de La Rioja – Argentina, esta zona es denominada Los Llanos de La Rioja. En el Chaco Árido riojano, los frutos de *C. chacoense* son utilizados exclusivamente como condimento en la preparación de alimentos en reemplazo del ají comercial y la pimienta, debido a su cualidad de mayor pungencia. Aunque ese es su uso principal en los Llanos de La Rioja, en la porción noreste de la región del Chaco, los grupos

étnicos Maka, Ayoreo y Wichi también lo emplean como forraje para el ganado en épocas de emergencias, recurso florístico para la apicultura y en la medicina popular como analgésico, hepático, rubefaciente y antirreumático (Shvartzman y Santander, 1995; Torres *et al.*, 1998; Barbaran, 2000; Rondina *et al.*, 2008).

La venta de los frutos de *C. chacoënsis* a los comerciantes de la zona constituye una actividad rentable para los recolectores, pues la demanda supera ampliamente la oferta, y el único factor de la producción afectado es la mano de obra del recolector. Por su naturaleza silvestre, al final del verano, los pobladores extraen las plantas enteras del bosque y las secan para remover los frutos. El uso de esta técnica de extracción reduce el número de individuos disponibles en las poblaciones silvestres para la próxima estación de crecimiento y, a la vez, la cantidad de semillas disponibles para germinar y reponer individuos en estas poblaciones. A esta situación se suma la degradación del estrato herbáceo por sobrepastoreo. Este conjunto de factores, torna difícil la localización de ejemplares, lo que dificulta la recolección de frutos y constituye un riesgo potencial de la pérdida de este recurso fitogenético.

La desaparición de los recursos fitogenéticos es una preocupación de la sociedad científica y la población en general, porque muchas especies se extinguen provocando un proceso negativo e irreversible que tiene implícita la amenaza de estabilidad del ecosistema, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria. Esta situación promueve la búsqueda de acciones que permitan asegurar la persistencia de la especie en el ecosistema y la sustentabilidad de los recolectores. Desde este punto de vista, la agricultura representa la posibilidad de incorporar especies silvestres al cultivo como alternativa de protección de estas, diversificar las economías regionales y asegurar la soberanía alimentaria (Tapia *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2007; Del Vitto *et al.*, 1997).

La posibilidad de cultivar *C. chacoënsis* en pequeñas chacras representa un beneficio social, económico y ambiental, ya que permite independizar la producción del ají de las condiciones imperantes en el bosque logrando una continuidad en la producción, ahorrar mano de obra para la cosecha -ya que el recolector no tendrá que salir a buscar plantas aisladas en el bosque- y diversificar los productos agropecuarios obtenidos tradicionalmente, impactando en la sostenibilidad y preservando la flora nativa de la depredación a la que se somete actualmente. Por otra parte, la alternativa del cultivo de especies locales presupone una fácil apropiación de las técnicas de cultivo, que son menos complicadas, ya que las

especies están adaptadas a las condiciones ambientales imperantes en la zona favoreciendo la generación de conocimientos para el manejo de los recursos naturales locales (Tapia y Zalazar, 2004).

En este sentido, la agricultura necesita de conocimientos para poder manipular las plantas de manera que proporcionen productos útiles al hombre y ello supone conocer los atributos de la biología relacionados con las características reproductivas, (Tapia *et al.*, 2008; Sánchez Guardiola, 2005; Tapia y Zalazar, 2004) siendo la germinación el principal proceso que se evalúa con este propósito en el presente trabajo.

Diferentes autores como Thanos *et al.* (1989); Lanteri *et al.* (1996); Sánchez, *et al.* (1993) han observado que las especies de *Capsicum* presentan dificultades en la inducción de la germinación y bajas tasas de germinación, lo cual genera problemas al momento de implantar el cultivo ya que periodos demasiados extensos de germinación exponen a las semillas al ataque de organismos predadores y patógenos, disminuyendo el stand de plántulas a lograr.

En el caso de *C. Chacoense*, las semillas potencialmente viables cuando son puestas a germinar, presentan un tiempo de germinación muy extenso en relación a los días necesarios para germinar de las especies de *Capsicum* cultivadas (Sánchez Guardiola, 2005; Salva Mendoza, 2006), siendo probable que esta situación sea inducida por factores que promuevan la dormición de las semillas.

La maduración de las semillas incluye el desarrollo de mecanismos internos que controlan el inicio de la germinación cuya finalidad es preservar las semillas y regular la germinación de manera que coincida con periodos del año en que haya condiciones naturales favorables para la supervivencia de las plántulas, los cuales cobran importancia en especies de ambientes con condiciones climáticas extremas como los desiertos o regiones frías (Meyer *et al.*, 1995; 1997), este acontecimiento recibe la denominación de dormición y constituye uno de los principales mecanismos reguladores de la germinación (Baskin *et al.*, 2004).

Dada la amplia difusión de las especies domesticadas de *Capsicum*, estas han sido centro de investigaciones referidas al cultivo, actualmente existen grupos de trabajos interdisciplinarios constituidos por investigadores de diferentes países ocupados en estudiar las características genéticas de las especies que conforman el género *Capsicum* (Moscone *et*

*al.*, 2007, Qin *et al.*,2014), que contribuyen a entender la evolución, domesticación y divergencia.

Existen estudios específicos referidos a la preservación de la variabilidad y pureza genética *ex situ* como en el caso del chile habanero (*C. chinense*), otros están referidos al conocimiento de la resistencia a patógenos que afectan al cultivo de los ajíes, como el TSWV (*Tomato Spotted Wild Virus*: virus del bronceado del tomate) donde cobra importancia la especie *C. chacoense* ya que algunas de las líneas específicas evaluadas con el objeto de encontrar resistencia o tolerancia a esta enfermedad resultan indemnes al ataque del virus (Costa *et al.*,1996).

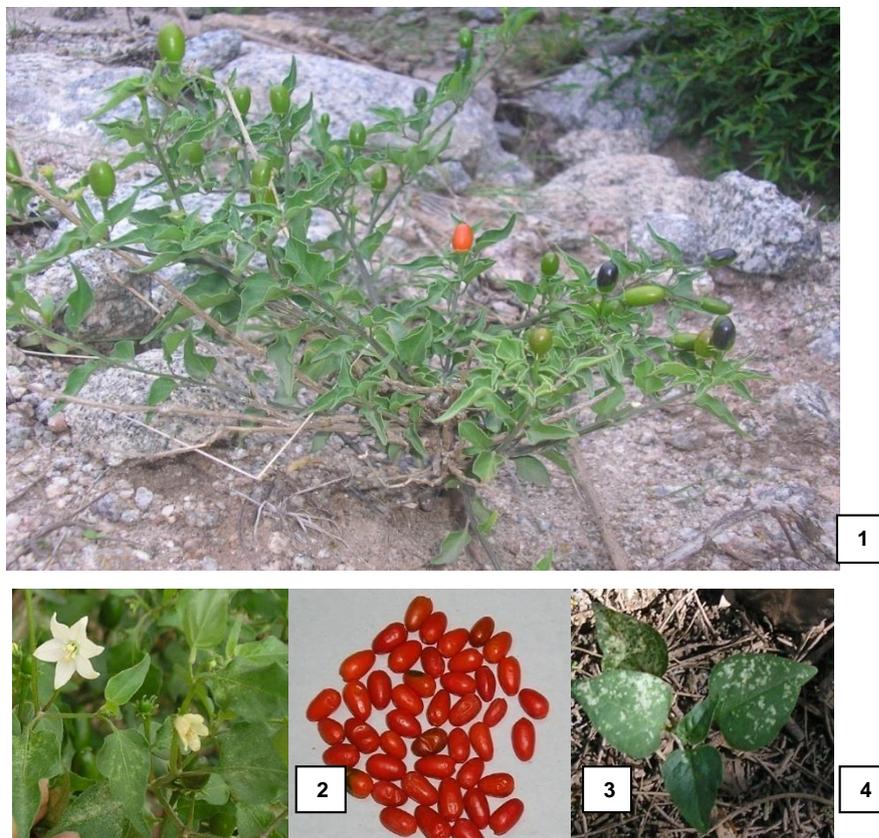
Sin embargo, hay un vacío de información sobre las poblaciones silvestres, que pueden facilitar la comprensión del género y favorecer el desarrollo agronómico, ya que pueden aportar referencias para mantener la variación genética, mejorar la resistencia a enfermedades, rendimiento y calidad del fruto, además de incorporar nuevas especies a la dieta o bien reducir los riesgos ambientales por la pérdida de especies nativas utilizadas en la dieta de las poblaciones locales.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1-Descripción botánica del género *Capsicum* (del griego *kapto*, picar)

Plantas herbáceas o subleñosas, anuales o perennes, de hojas alternas, enteras o sinuadas. Flores pedunculadas, solitarias, actinomorfas, hermafroditas de ovario súpero, con 2 ó 3 lóculos pluriovulados (Dimitri, 1980), corola blanca, cáliz generalmente con 10 apéndices linear-comprimidos (5 largos alternando con 5 cortos), filamentos estaminales con sendos pares de apéndices libres en el punto de inserción sobre la corola (Hunziker, 1998). El fruto es una baya con 2 ó 3 lóculos incompletos, conteniendo numerosas semillas reniformes y pequeñas (Dimitri, 1980).

### 2.2-Descripción botánica de la especie *Capsicum chacoense* Hunz.



**Figura 1:** *Capsicum chacoense* Hunz. 1-Planta. 2- Flor. 3- Frutos. 4. Plántula.

*Capsicum chacoense* Hunz. (Imagen 1), es denominado comúnmente como ají del campo, ají del monte, ají cumbarí (Dimitri, 1980; Del Vitto *et al.*, 1997; Rosso y Scarpa,

2012; Scarpa, 2012), ají ucuchita, ají quitucho, aguara ki'i (izoceño – guaraní: ají del zorro), chemaxadaic, hayoj-ka-pohnon (wichí: ají del tigre), pája-nak (chorote) (Scarpa, 2009; Martínez y Cúneo, 2009; Suarez, 2011), picante del monte, ke-hui (Hunziker, 1998).

Es un arbusto de entre 40 a 80 cm de alto, muy ramificado, con escasos pelos pluricelulares blanquecinos. Hojas alternas, solitarias, aovado - acuminadas de 2,5 a 5 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, enteras, pecioladas. Las flores son de color blanco puro de 7 a 9 mm de diámetro, solitarias, sobre pedicelos de 5 a 10 mm de largo. El fruto es de color rojo, oblongo o a veces algo cónico, obtusos, rojos, erectos, picantes, de 8 a 14 mm de largo por 5 a 7 mm de ancho (Dimitri, 1980; Hunziker, 1998). Las semillas son de color canela, lisas, sin foveolas ni espinas (Hunziker, 1998), reniformes, de 2,5 a 3-5 mm de diámetro y 1 mm de espesor, con un peso de 1.000 semillas de 5,5 g (Tapia y Zalazar, 2003).

### 2.3-Requerimientos ambientales del género *Capsicum*

La mayoría de los morfotipos de *Capsicum* se establecen bien en condiciones de estación cálida. Crecen pobremente con temperaturas en un rango de 5° a 15° C. Para asegurar un buen establecimiento del cultivo y adecuados rendimientos, la germinación de las semillas debe ocurrir entre los 24 y 30° C. Los rendimientos altos resultan cuando la temperatura diaria del día oscila entre los 18 y los 32° C. Generalmente, cuando las temperaturas diarias diurnas son inferiores a 15° C, el crecimiento de las plantas se retarda ostensiblemente (Raja Reddy y Kakani, 2007).

Salisbury y Ross (1994) señalan que *C. annuum* (chile dulce) es indiferente a la cantidad de horas luz para activar la floración.

Al igual que en la mayoría de los cultivos, el suelo ideal para producir chiles, es descrito como profundo, bien drenado, textura media franco arenoso arcilloso, que conserve humedad y que tenga algo de materia orgánica (González Salán, 2012).

### 2.4-Germinación de especies del género *Capsicum*

Las especies de *Capsicum*, en general, presentan dificultades en la uniformidad y velocidad en la germinación, lo cual genera problemas al momento de implantar el cultivo ya que periodos demasiados extensos de germinación exponen a las semillas al ataque de

organismos predadores y patógenos, disminuyendo el stand de plántulas (Thanos *et al.*, 1989; Doijode, 1991; Sánchez *et al.*, 1993; Lanteri *et al.*, 1996; 1997).

*C. annuum* mostró variaciones de los valores de porcentajes de germinación (PG) entre 90 % y 29 %, los cuales estaban relacionados con la presencia de semillas vanas-, mientras que *C. frutescens* alcanza valores de 100 % (Deno, 1998).

Estudios realizados en *C. annuum* demostraron que el grado de madurez del fruto tiene efecto sobre la germinación. Por ejemplo, las semillas provenientes de frutos sobremaduros alcanzan mayores PG, menor tasa y tiempo para alcanzar el 50 % de germinación (Cavero *et al.*, 1995). En otra experiencia realizada con semillas cosechadas a partir de los 30 días después de anthesis (DDA) (fruto verde maduro) hasta los 60 DDA (fruto rojo sobremaduro), observaron que en ésta última cosecha el porcentaje de humedad de las semillas se encontraba entre 45,9 y 50,5 % -según cultivar- y tuvieron los mayores PG y el menor tiempo medio de germinación (Sánchez *et al.*, 1993). En ese sentido, el PG también cambia con la cohorte de cosecha de la planta madre, la primera cohorte tiene mayor PG que la segunda y la tercera, aunque el contenido de humedad de la semilla se mantiene constante, pero el peso del fruto y las semillas se reducen (Alan y Eser, 2007). Un efecto semejante fue observado por otros autores que determinaron que los frutos que alcanzan el color característico de la especie tienen mayor PG y vigor (Ruiz y Parera, 2016).

En ese sentido, se ha observado que el PG durante el almacenamiento depende del color del fruto. En un estudio realizado con *C. frutescens* seco, se observó que después de un mes, las semillas de frutos de color rojo mantienen alto el PG (100%), baja (30 %) en los amarillos y mueren en los verdes, a los 2 meses de almacenamiento el PG de las semillas de frutos rojos cae el 5 % y el de los amarillos el 15 % (Deno, 1998).

Considerando las condiciones para la conservación y almacenamiento, Bonilla *et al.* (2004) estableció que las especies cultivadas *C. annuum*, *C. baccatum* y *C. frutescens* requieren que el secado sea a la sombra a 15° C.

Las condiciones ambientales del almacenamiento tienen influencia sobre la calidad de las semillas de *Capsicum spp.* En ese sentido, Sánchez *et al.* (1993) y Hernández-Verdugo *et al.* (2010) identificaron que para asegurar la germinación de las semillas almacenadas es muy importante mantener la temperatura en 5° C.

El recipiente utilizado para el almacenamiento ha influenciado el PG de las semillas, cuando los frutos fueron almacenados (18 meses) en condiciones ambientales (16 a 35° C y 25 a 90 % HR) con una humedad de las semillas de 9,7 % y 9,3 %, el recipiente de vidrio fue más efectivo para la conservación que la bolsa de papel (Doijode, 1991).

El Banco de Germoplasma de Guatemala, que cuenta con 253 accesiones rejuvenecidas (7 g cada una), utiliza el porcentaje de germinación como parámetro para definir la conservación (5° C y 40 % humedad relativa), de 70 % para la conservación a mediano plazo y de 85 % para la conservación de largo plazo (7 años). Mientras que a nivel de campo los valores oscilan entre 22 % y 100 % (González Salán, 2012).

## 2.5-Germinación

La germinación de las semillas de las plantas es el proceso de reanudación del crecimiento que fue suspendido o disminuido cuando la semilla alcanzó la madurez fisiológica. Este proceso involucra una serie de acontecimientos metabólicos y morfogenéticos que permiten al embrión transformarse en una plántula capaz de crecer y desarrollarse para alcanzar el estado adulto (Venable y Brown, 1988; Bewley y Black, 1994; Baskin y Baskin, 1998).

La germinación es una etapa decisiva en el desarrollo de las especies (Baskin y Baskin, 2001). Cada especie presenta determinados requerimientos para que el proceso ocurra exitosamente (Bewley y Black, 1994; Baskin y Baskin, 1998), siendo la temperatura, luz, disponibilidad de agua y pH, los factores climáticos que favorecen la germinación de las semillas viables (Bewley y Black, 1994; Bell *et al.*, 1995; Baskin y Baskin 1998; Probert, 2000; Pons, 2000; Baskin y Baskin, 2001).

Las respuestas germinativas en relación con los factores ambientales permiten comprender el ciclo de crecimiento de las especies (Madga, 1998) ya que la variación de los mecanismos que regulan la germinación constituye una adaptación de las especies a un determinado clima (Meyer, 1992). El conocimiento de estas respuestas es esencial para desarrollar estrategias que permitan cultivar una especie (Sauer, 1969).

La temperatura y la luz son factores ambientales importantes en la germinación (Baskin y Baskin, 1998; Pons, 2000; Probert, 2000; Shafii y Price, 2001; Daws *et al.*, 2002;

Faccini y Puricelli, 2006), que junto con el contenido de humedad establecen la distribución latitudinal y altitudinal de diversas especies (Godínez-Álvarez *et al.*, 2003; Miranda Jacome, 2008).

El ambiente adecuado para que ocurra el proceso de germinación es detectado por la membrana celular en la que se producen cambios en respuesta al potencial hídrico, la luz y la temperatura (Mayer, 1986).

Las semillas de *C. chacoense*, potencialmente viables, cuando son puestas a germinar bajo las condiciones establecidas por el ISTA (1996) para *Capsicum* spp. (termoperíodo 30° C/ 20° C; fotoperíodo 12 h/ 12 h), necesita de más días después de siembra (DDS) para la germinación que las especies domesticadas, las cuales germinan entre los 7 y 15 DDS. Este comportamiento se puede sustentar con los resultados del estudio realizado sobre diferentes especies del Género *Capsicum*, por Randle y Honma (1981) que encontraron que *C. chacoense* (procedente de Bolivia) requería más DDS que las otras especies para alcanzar el 50 % de germinación y que los DDS disminuían cuando eran almacenadas a 24° C.

Salva Mendoza (2006) evaluó la germinación de *C. chacoense* sobre diferentes sustratos utilizando las condiciones definidas por el ISTA (1996) para *Capsicum* spp, obteniendo porcentajes de germinación inferiores al 10 % sólo para el sustrato lombricompuesto, excediendo los plazos de conteo estipulados para la especie cultivada, sobre el resto de los sustratos no obtuvo germinación.

## 2.6-Efectos de la temperatura

La temperatura regula la germinación (García Huidobro *et al.*, 1982; Probert *et al.*, 1985; Shafii y Price, 2001) a través de su efecto sobre las enzimas que intervienen en la reanudación de los procesos metabólicos (Bewley y Black, 1994). También se ha mencionado su acción sobre la permeabilidad de la membrana (Mayer, 1986). Su efecto se expresa en la capacidad para germinar, es decir, porcentaje final de germinación del lote de semillas, velocidad y tasa de germinación (Bierhuizen y Wagenvoort, 1974; Bewley y Black, 1994) y dormancia (Mayer, 1986). Estos parámetros son de gran utilidad para realizar el control de calidad de un lote de semillas y para el establecimiento de viveros comerciales (Herrera y Alizaga, 1995).

En zonas templadas o frías, las semillas sólo germinan en los intervalos de temperaturas que caracterizan las épocas del año más favorables para el establecimiento de las plantas, por ejemplo, en el Sudoeste de Australia Mediterránea, algunas especies de la familia *Rhamnaceae* y *Fabaceae* (*Siegfriedia darwinoides*, *Alphitonia incana*, *Cryptandra arbutiflora*, entre otras) germinan a bajas temperaturas coincidiendo con la estación húmeda (Bell *et al.*, 1995; Turner *et al.*, 2005). De manera opuesta, diversas especies del Chaco Árido argentino como las del género *Acacia* y *Cercidium*, entre otras, germinan a altas temperaturas, las cuales ocurren en época estival, también en concordancia con la disponibilidad de agua (Funes y Venier, 2006, Funes *et al.*, 2009).

Las temperaturas cardinales para la germinación son la temperatura óptima, máxima y mínima (Wagenvoort *et al.*, 1981; Bewley y Black, 1982; Herrera y Alizaga, 1995). El intervalo térmico en el que las semillas germinan está regulado por la selección natural y se presentan como una adaptación de las especies a los hábitats en los cuales crecen, pudiendo presentar diferencias entre las especies y entre poblaciones de la misma especie de acuerdo con su distribución geográfica (Meyer, 1992; Alcocer – Ruthling *et al.*, 1992).

La temperatura óptima de germinación para *C. chinense* se ubica entre los 25° y 30° C y por encima de los 30° C comienza a disminuir la germinación (Rivas Osorio, 2000). En un estudio realizado con *C. annuum* var. *glabriusculum* se registró una disminución de la germinación (65,65 %) conforme aumenta la temperatura (> 30° C), las temperaturas de control del ensayo fueron a lo largo del día de 27,6° C la mínima y de 36,8° C la máxima y el incremento de temperatura evaluado fue de +5° C con respecto a la temperatura control (López Valdez, 2013). Se ha observado inhibición de la germinación cuando las semillas fueron expuestas a altas temperaturas. Carter y Vavrina (2001) plantean que este evento siempre ocurre, aunque en diferentes grados según la temperatura. En cambio, Carter y Stevens (1998) lo registraron con valores de 40° C en los cultivares comerciales de *Capsicum annuum*, jalapeño y cayena.

La baja temperatura (13° C vs 25° C) retrasa el tiempo de germinación, pero no los valores finales, mejorando la uniformidad del proceso (Cavero *et al.*, 1995 (b)).

La fluctuación de la temperatura constituye un mecanismo de remoción de la latencia, reemplaza los requerimientos de luz y está relacionado con cambios físico – químicos que permiten la hidratación de las semillas, la cual se inicia con la activación de ciertas enzimas que hacen permeables a algunas membranas, desencadenando el proceso de germinación

(Naylor y Abdalla, 1982; Egle, 1995). También, la amplitud térmica diaria y estacional provoca la ruptura de la cubierta seminal, por expansión y contracción de la cubierta originando la separación de la pared celular en áreas específicas que facilita la absorción de agua por el embrión (Hadley, 1961; Baskin y Baskin, 1998), como ocurre con *Medicago mínima* y *Erodium cicutarium* (Fresnillo *et al.*, 1994) o con las semillas de *Atriplex lampa* y *A. nummularia* que incrementan los porcentajes de germinación cuando se simula la alternancia de las temperaturas que ocurren en su medio natural de crecimiento (Ruiz y Parera, 2007). Hernández-Verdugo *et al.* (2010) señalan que las semillas de poblaciones silvestres de *C. anuum* puestas a germinar bajo temperatura fluctuante (25° – 35° C) logran mayores PG que con temperatura constante.

## 2.7- Efectos del fotoperiodo

En general, la germinación es afectada tanto por la cantidad como la calidad de luz (Pons, 2000). Este factor, adquiere importancia en la regulación de la germinación, tanto en aquellas especies que crecen por debajo del canopy como en aquellas que germinan en suelo descubierto (Lang, 1997) lo que se traduce en alternancia lumínica y térmica (Lang, 1997; Ren y Abbott, 1991).

La sensibilidad de las semillas a la luz involucra un pigmento fotoreactivo denominado fitocromo cuya característica más notable es la alternancia entre dos estados que se pueden repetir indefinidamente (Taylorson y Hendricks, 1977; Rüdiger, 1986). La exposición a la luz roja (660 a 760 nm) produce el cambio del fitocromo a la forma “Fr1” incentivando la germinación y la exposición del fitocromo a la luz infrarroja (700 a 800 nm) convierte al fitocromo a la forma “Fr” que inhibe la germinación (Copeland y Mc Donald, 1995). La condición de oscuridad produce un cambio lento a la forma “Fr” que inhibe la germinación (Taylorson y Hendricks, 1977).

Las plantas que producen semillas en las que la germinación es inhibida por la luz, en general, se encuentran en ambientes desérticos donde la posibilidad de supervivencia de la plántula está relacionada con la ocurrencia de la germinación en una profundidad del suelo que le asegure condiciones de humedad y temperatura (Roberts, 1972).

En algunas especies la relación entre la cantidad, la duración diaria y periodicidad de la iluminación, es determinante en la etapa de germinación y en otros estados fenológicos,

ya que activa procesos relacionados con el desarrollo vegetal según las horas luz que perciba el vegetal, utilizando como indicador la alternancia día – noche lo cual, a su vez, depende del ciclo del sol (duración del día y estación del año). La mayor parte de las especies que presentan este comportamiento son silvestres, las semillas son pequeñas y con un gran contenido graso (Salisbury y Ross, 1994). Este es el caso de *C. annuum* var. *aviculare* (chile piquín) una especie originaria de zonas semiáridas que registra alta capacidad fotosintética en ambientes con baja radiación solar indirecta (sombra) y cortos fotoperiodos (Almanza-Enriquez, 1998). Además, las semillas fotosensibles se encuentran cercanas a la superficie para poder absorber la luz roja que penetra a profundidades de suelo reducidas en relación a la luz infrarroja (Thomas, 1972).

La interacción de la luz con otros factores ambientales, como la temperatura, evidencia la capacidad de los vegetales para adaptarse y resistir a determinadas condiciones ambientales (Manrique, 2003) y ha sido reconocida como una característica evolutiva de las especies que crecen bajo el dosel donde la radiación infrarroja es dominante (Roberts, 1972; Smith, 1982). En las especies bajo cultivo, la sensibilidad a la luz se presenta comúnmente en las semillas recién cosechadas y tiende a desaparecer con el almacenamiento en seco (Taylorson y Hendricks, 1977).

Ha sido observado en el género *Capsicum* que la alternancia de luz y/o temperatura mejora la germinación con respecto a situaciones con luz continua, oscuridad permanente y/o temperatura constante (Carter y Stevens, 1998; Carter y Vavrina, 2001; Hernández Verdugo, 2004). En *C. chinense* se observa que las semillas son indiferentes a los requerimientos de luz u oscuridad para germinar (Rivas Osorio, 2000).

En especies silvestres del género *Capsicum* (*C. frutescens*; *C. annuum* var. *glabriusculum* y otras no identificadas) se observó que el fotoperiodo de 14 horas de luz y 10 horas de oscuridad mejoraba el porcentaje de germinación comparativamente con 24 horas de oscuridad, inclusive para algunos genotipos que no germinaban en esta condición (Prado Urbina *et al.*, 2015).

## 2.8-Dormición

La maduración de las semillas incluye el desarrollo de mecanismos internos que controlan el inicio de la germinación cuya finalidad es preservar las semillas y regular la

germinación de manera que coincida con periodos del año en que haya condiciones naturales favorables para la supervivencia de las plántulas, los cuales cobran importancia en especies de ambientes con condiciones climáticas extremas como los desiertos o regiones frías (Meyer *et al.*, 1995; 1997). Este estado recibe la denominación de letargo o dormición y constituye uno de los principales mecanismos reguladores de la germinación (Baskin *et al.*, 2004). Algunas variedades botánicas de *C. annuum* presentan dormición, lo cual constituye una limitante para la explotación comercial (Aljaro y Wyneken, 1985; Ruiz Torres *et al.*, 2007).

La dormición se puede producir por la acumulación de inhibidores químicos del crecimiento o por presencia de cubiertas seminales que controlan la absorción de agua, permeabilidad a los gases y lixiviación de inhibidores (Hartmann y Kester, 1999), los cuales pueden ser removidos por escarificación; lixiviación; estratificación o aplicación de estimuladores del crecimiento (Peretti, 1994).

En un estudio realizado con especies del género *Capsicum* se observó diferencias entre las especies en cuanto a la dormición de las semillas (Randley Honma, 1981).

En algunas especies, el pasaje de las semillas por el tracto digestivo de un animal produce un efecto de escarificación química producida por los jugos gástricos, eliminando la restricción mecánica a la germinación (Lang, 1997; Murray *et al.*, 1994).

Las semillas de *Capsicum* spp. (Chiles silvestres) tienen capsicina -en la pulpa del fruto- que en la boca de los mamíferos tienen receptores que responden con excesivo calor (Burns, 2012), esta situación disuade a los mamíferos consumir las semillas, por lo que los frutos primero son consumidos por aves frugívoras que durante el paso a través del intestino se reduce en gran medida este compuesto y así aumenta la susceptibilidad a ser consumida por los mamíferos, aumentando la velocidad de dispersión, aunque está restringido al periodo de fructificación (Noss y Levey, 2014).

También ha sido observado en *C. annuum* que no hay una restricción física del tegumento a la emergencia de la radícula, sino que es el endosperma quien interfiere en el pasaje de la radícula, este efecto es reducido con el tiempo de imbibición, principalmente cuando el proceso ocurre con temperaturas de 25° C comparativamente con 15° C, de la misma forma que la aplicación de ácido giberélico (GA) (Watkins y Cantliffe, 1983).

Un estudio realizado con catorce poblaciones silvestres de *C. annuum* -que es dispersada por aves que comen sus frutos-, muestra que la germinación es inhibida por la oscuridad (< 15 %) que fue superada con fluctuaciones de temperatura (25° a 35° C) (PG: 8 – 93 %) y aplicación con GA (500 ppm) – que aumentó el PG y no la tasa- (PG: 14 – 79 %). El remojo no modificó el PG y el ácido sulfúrico tuvo un efecto negativo. También, observaron una relación positiva entre los PG y las condiciones ambientales de origen (Hernández-Verdugo *et al.*, 2001).

En la región de Los Llanos de La Rioja, se constató que *C. chacoense* se desarrolla preferentemente sobre suelos muy permeables, en micro-relieves elevados (Zalazar y Tapia, 2008), lo cual puede asociarse con el hecho de que las semillas previo a la germinación sufran un lavado durante su permanencia en el suelo. Este hecho puede ser una estrategia de adaptación al ambiente de la especie, donde evolucionó induciendo estados de latencia para asegurar mayores posibilidades de sobrevivencia de las plántulas (Probert, 1992; Baskin y Baskin, 1998; Baskin *et al.*, 2004) cuando ocurren condiciones adversas durante la diseminación que no permiten el desarrollo exitoso de las mismas (Keeley, 1991; Probert, 1992; Turner *et al.*, 2005).

Estos estados de dormición, en la mayoría de los casos, son promovidos por la variación de la temperatura y la incidencia de luz (Schmidt, 2000). Bewley y Black (1994) señalan que las hormonas del crecimiento, principalmente citoquininas y giberelinas, se activan en los rangos de temperatura en que ocurre la germinación.

Algunas especies silvestres de *C. annuum* presentan semillas con dormición cuando se colocan a germinar inmediatamente después de ser cosechadas, lo que estaría relacionado con el grado de madurez del fruto al momento de la cosecha o con el tipo de almacenamiento que se utiliza para preservar las semillas hasta que son utilizadas para la siembra. Randle y Honma (1981) y Sanchez *et al.* (1993) determinaron que las semillas procedentes de frutos maduros tienen menos dormición. A su vez, Sánchez *et al.* (1993), Thanos *et al.* (1989) y Hernández-Verdugo *et al.* (2010) identificaron que, para asegurar la germinación de las semillas de estas especies, almacenadas, la condición más importante es mantener una temperatura de almacenamiento de 5° C. Por su parte, Bonilla *et al.* (2004) estableció que la conservación y almacenamiento de las especies cultivadas *C. annuum*, *C. baccatum* y *C. frutescens* es el secado a la sombra a 15° C.

## 2.9-Tratamientos pre-germinativos

Los tratamientos pre-germinativos tienen el objetivo de reducir la dormición. En ese sentido son conocidos los estudios con ácido sulfúrico, que eliminan la restricción física del tegumento seminal, con el objeto de evaluar su efecto sobre la germinación, simulando el paso por el tracto digestivo de los animales que consumen el fruto. Localmente se han realizado evaluaciones sobre *C. chacoense*, Sánchez Guardiola (2005) evaluó la germinación sumergiendo las semillas en ácido sulfúrico al 3 % y 6 % durante sesenta segundos, logrando incrementar la germinación de las semillas independientemente de la concentración de ácido sulfúrico con respecto al tratamiento con agua caliente. Por el contrario, Hernández Verdugo *et al.* (2001) sumergiendo las semillas durante dos minutos en ácido sulfúrico al 50% obtuvieron efectos negativos en la misma especie, para 13 poblaciones silvestres y en una obtuvieron resultados favorables.

También, se ha evaluado el efecto del remojo en agua sobre la germinación de las semillas de *C. annuum*, obteniendo resultados positivos y un efecto de interacción con GA (Carter y Stevens, 1998; Hernández Verdugo *et al.*, 2001; Hernández Verdugo, 2004).

## 2.10. Síntesis de la propuesta de trabajo

El presente trabajo evaluó el comportamiento de germinación de las semillas de *C. chacoense* bajo diferentes condiciones de temperatura, longitud del día, oscuridad total y diferentes tratamientos pre-germinativos establecidos a partir de las características del entorno que coloniza, con el fin de establecer la información básica de los requerimientos de factores abióticos del cultivo de la especie.

### 3. HIPÓTESIS

Existe una combinación de las condiciones de temperatura y fotoperiodo, en el cual ocurre el máximo porcentaje de germinación y en la menor cantidad de días después de siembra de las semillas de *Capsicum chacoense* Hunz, en la región de los Llanos de La Rioja.

Existe un tratamiento pre germinativo que provoque la remoción de la dormición disminuyendo el tiempo de germinación de *Capsicum chacoense* Hunz.

### 4. OBJETIVOS

#### 4.1. Objetivo general

- Determinar la combinación de temperatura y fotoperiodo, o un tratamiento pre-germinativo que permita alcanzar los mayores valores de porcentaje de germinación en el menor tiempo posible de las semillas de *Capsicum chacoense* Hunz.

#### 4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la germinación de *Capsicum chacoense* bajo diferentes combinaciones de temperatura y fotoperiodo.
- Evaluar la germinación de *Capsicum chacoense* bajo diferentes tratamientos pre-germinativos.
- Evaluar la capacidad de las semillas de *Capsicum chacoense* para permanecer viables a los 30 meses de almacenamiento.

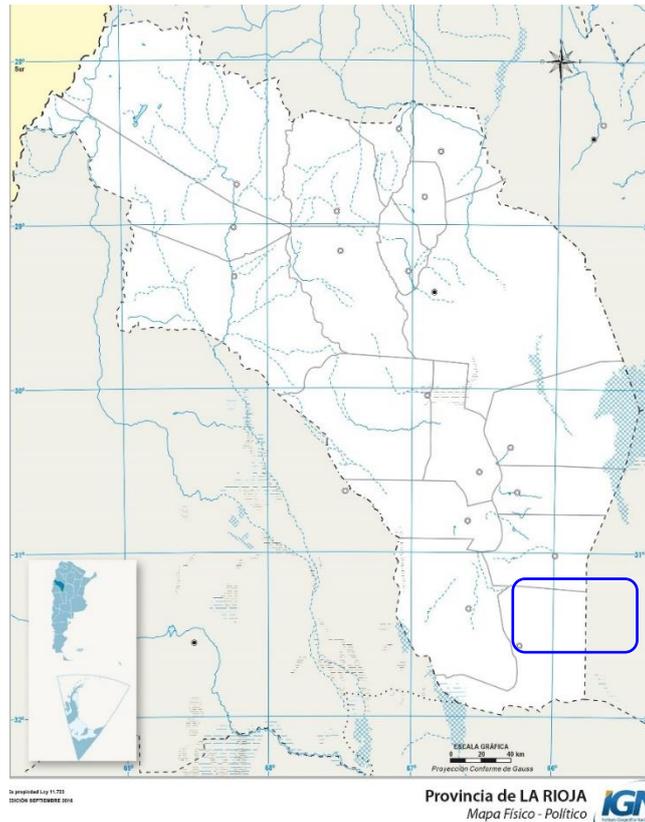
## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

En base a los antecedentes planteados se abordó este trabajo en tres etapas. En la primera, se estudió el comportamiento germinativo de las semillas de *Capsicum chacoense* en función de la temperatura y luz. Estos factores están relacionados con las condiciones ambientales de las estaciones del año de los sitios que coloniza en forma natural la especie. En la segunda etapa se estudió la posible acción de inhibidores de la germinación. En la última etapa se estudió la viabilidad de las semillas almacenadas durante 30 meses.

### 5.1- Caracterización del área de estudio

El área de estudio (Figura 2) se circunscribe a la localidad de Milagro y aledaños, ubicada en el Departamento General Ocampo, en la porción sureste de la Provincia de La Rioja, en el sur de Los Llanos de La Rioja. Está comprendida dentro de la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, Distrito Chaqueño Occidental (Cabrera, 1976), conocido como Distrito de Los Llanos (Ragonese y Castiglioni, 1970) o Chaco Árido (Morello *et al.*, 1985). El clima corresponde a la clasificación árido cálido – templado, presenta lluvias estivales, veranos prolongados, inviernos moderados y déficit hídrico todo el año (Tabla 1). Las precipitaciones son de carácter monzónico y oscilan entre los 300 y 500 mm anuales, concentrándose entre los meses de noviembre a marzo. El área se caracteriza por una temperatura media anual de 21° C y durante 6 meses (octubre – marzo) la temperatura media es superior a 21° C y las temperaturas máximas superan los 40° C; presenta grandes amplitudes térmicas diarias y estacionales. El periodo libre de heladas es de 300 días (Díaz, 1977; Lasso y Herrera, 1982).

En esta área, los ambientes que coloniza *C. chacoense* se caracterizan por suelos sueltos y arenosos, con bajos porcentajes de mantillo, sin acumulación de agua y con poca cobertura de la vegetación arbustiva dominante (43,2 % de cobertura herbácea) de manera que permiten el paso de luz hasta el piso herbáceo (Zalazar y Tapia, 2008). Estos ambientes corresponden, en su mayoría, a la Subregión de Suelo y Vegetación denominada “Subregión Loessoide” (Gómez *et al.*, 1993; Calella y Corzo, 2006).



**Figura 2.** Ubicación del área de estudio

**Tabla 1.** Valores de Temperatura Media Mensual, Precipitación Media Mensual y Evapotranspiración del Área de Estudio: Loc. de Milagro (Lat. 31° S; Long. 65° O; 380msnm).

Variables	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura Media Mensual (° C) <sup>1</sup>	29,9	26,5	25,9	20,5	12,8	11,4	12,3	14,3	20,3	23	26	27,5
Precipitación Media Mensual (mm) <sup>2</sup>	56	53	45	19	12	4	6	3	5	28	34	49
Evapotranspiración Potencial (mm) <sup>*2</sup>	193	163,3	156,1	131	113,3	92,9	95,3	11,2	126,4	155	173,4	192,5

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

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

## 5.2-Recolección de semillas

Los frutos, de los cuales se extrajo la semilla para los ensayos, fueron recolectados de un solo ejemplar adulto, bien desarrollado de más de tres años de edad, sin competencia con otros vegetales, ubicado a plena luz del sol. El individuo fue identificado botánicamente,

ubicado en un claro de la vegetación de fácil acceso, donde se mantuvo con una clausura de protección.

Los frutos se recolectaron de un solo individuo debido a la dificultad para encontrar los individuos en estado natural, ya que la vegetación nativa de la región se encuentra con altos niveles de degradación antrópica, encontrando a los individuos de la población con una alta dispersión (normalmente se los encuentra solos y no agrupados). Por otra parte, los frutos son deciduos y son consumidos por diversos animales en general aves, iguanas y zorros, por lo que siempre quedan los frutos dañados, enfermos y de menor tamaño en la planta. En la época de fructificación las plantas suelen ser consumidas por el ganado, lo que modifica la dinámica de crecimiento de la planta a lo largo de las etapas fenológicas, produciendo alteraciones en el flujo de nutrientes hacia el fruto pudiendo modificar el comportamiento futuro de la semilla. En trabajos anteriores se optó por la recolección a campo y los frutos cosechados de diferentes ubicaciones geográficas en general presentaban un muy mal aspecto, eran pequeños, enfermos, con pocas semillas y los ensayos de germinación dieron muy bajos o directamente no hubo germinación.

La recolección de semilla se realizó durante los meses de enero y febrero del año 2006 y en diciembre del año 2007. Los frutos se cosecharon cuando alcanzaron un color rojo intenso uniforme (Cavero *et al.*, 1995 (a); Demir y Ellis 1992). Los cuales se secaron a la sombra en bolsas de papel como lo indica para semillas de *Capsicum spp.* (Bonilla *et al.*, 2004). Una vez secos los frutos, se extrajeron las semillas manualmente y se conservaron en bolsas de papel a temperatura ambiente hasta la realización de los ensayos de germinación, los cuales fueron realizados dentro de los seis meses siguientes a la cosecha.

### 5.3-Test de germinación

Para cada tratamiento se realizaron cuatro repeticiones de 100 semillas. Las semillas se colocaron en bandejas plásticas estériles, sobre papel de germinación humedecido con agua destilada. Las bandejas se pusieron a germinar en cámaras de cultivo en el Laboratorio de Análisis de Semillas, Investigación Docencia y Servicios (LASIDYS) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba. La semilla se consideró germinada cuando presentó una radícula de 1 a 2 mm de longitud y una plúmula normal. En

base a los valores recolectados se calculó el porcentaje de germinación para cada tratamiento.

La germinación fue controlada cada siete días, hasta que cesaron de germinar las semillas, a excepción del ensayo en oscuridad que se evaluó al final del ensayo, considerando la finalización del mismo cuando no se registró germinación en las bandejas iluminadas.

El tratamiento de oscuridad permanente se simuló cubriendo las bandejas con papel de aluminio (Hernández Verdugo *et al.*, 2001; Funes y Venier, 2006).

Para la evaluación del efecto de la fluctuación de temperatura sobre la germinación, el ISTA (1996) recomienda una variación en la alternancia de la temperatura diaria de 10° C, pero en la zona de estudio los valores de fluctuación de la temperatura diaria son mayores (Lasso y Herrera, 1982) por esta razón se tomó un rango de fluctuación de 15° C.

#### 5.4-Ensayos

Se realizaron cinco ensayos destinados a evaluar la germinación bajo diferentes condiciones de luz, temperatura, oscuridad y tratamientos pre-germinativos: ESTACIONES, ESTACIONES/OSC, FOTO/TERMOPERIODO CTE, TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS y ALMACENAMIENTO.

Primer ensayo: ESTACIONES, se simulan las condiciones de alternancias de luz y temperatura a lo largo del día y la noche en las diferentes estaciones del año, a través de cuatro tratamientos. El quinto tratamiento, corresponde a la combinación de luz y temperatura para día y noche, recomendada por ISTA (1996) para *Capsicum spp.*

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

1. RECOMENDADO: (12-12/20-30) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperiodo de 12 horas de noche, 12 horas de día y un termoperíodo de 20° C de noche y 30° C de día, de acuerdo a lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp.*
2. VERANO: (10-14/20-35) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperiodo de 10 horas de noche, 14 horas de día y un termoperíodo de 20° C de noche y 35° C de día; simulando las condiciones de alternancia de luz y temperatura en la estación de verano en la zona.

3. OTOÑO: (12-12/15-30) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperiodo de 12 horas de noche, 12 horas de día y un termoperíodo de 15° C de noche y 30° C de día; simulando las condiciones de alternancia de luz y temperatura en la estación de otoño en la zona.
4. INVIERNO: (14-10/5-20) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperiodo de 14 horas de noche, 10 horas de día y un termoperíodo de 5° C de noche y 20° C de día; simulando las condiciones de alternancia de luz y temperatura en la estación de invierno en la zona.
5. PRIMAVERA: (12-12/10-25) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperiodo de 12 horas de noche y 12 horas de día y un termoperíodo de 10° C de noche y 25° C de día; simulando las condiciones de alternancia de luz y temperatura en la estación de primavera en la zona.

Segundo ensayo: ESTACIONES/OSC, se realizó de la misma forma que el primer ensayo simulando las temperaturas a lo largo del día y la noche en las cuatro estaciones del año, con cuatro tratamientos, con los mismos termoperíodos pero en oscuridad permanente. Los tratamientos fueron: Verano/osc, Otoño/osc, Invierno/osc y Primavera/osc.

Tercer ensayo: FOTO / TERMOPERIODO CTE, en este ensayo se mantiene constante una variable -temperatura o fotoperiodo- mientras que la otra se modifica una por vez, no ambas a la vez, simulando las condiciones diarias de las diferentes estaciones del año, mientras la otra (temperatura u horas de luz) queda constante según lo recomendado por ISTA (1996) para *Capsicum spp.*, Se simulan las estaciones de verano e invierno más un tratamiento con el fotoperiodo y termoperíodo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp.* No se tiene en cuenta ni primavera ni otoño ya que serían similares a los tratamientos ya realizados en el primer ensayo

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

1. \*RECOMENDADO: (12-12/20-30) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperiodo de 12 horas de noche y 12 horas de día y un termoperíodo de 20° C de noche y 30° C de día, de acuerdo a lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp.*
2. VER12-12: (12-12/20-35) las semillas se colocaron a germinar con un termoperíodo de 20° C de noche, 35° C de día, simulando la alternancia de temperaturas en la estación de

verano en la zona y la alternancia lumínica según lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp* fue de 12 horas de noche y 12 horas de día.

3. INV12-12: (12-12/5-20) las semillas se colocaron a germinar con un termoperíodo de 5° C de noche, 20° C de día, simulando la alternancia de temperaturas en la estación de invierno en la zona y la alternancia lumínica según lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp* fue de 12 horas de noche y 12 horas de día.
4. VER20-30: (10-14/20-30) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperíodo de 10 horas de noche, 14 horas de día, simulando la alternancia lumínica en la estación de verano en la zona y un termoperíodo de 20° C de noche, 30° C de día, según lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp*.
5. INV20-30: (14-10/20-30) las semillas se colocaron a germinar con un fotoperíodo de 14 horas de noche, 10 horas de día, simulando la alternancia lumínica en la estación de invierno en la zona y un termoperíodo de 20° C de noche, 30° C de día, según lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp*

Cuarto ensayo: TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS, consta de 9 tratamientos. Las semillas fueron acondicionadas con 8 técnicas diferentes, previas a ser puestas a germinar, y un tratamiento sin ningún acondicionamiento previo. Los 9 tratamientos se pusieron a germinar a un termoperíodo de 30° C/ 20° C con fotoperíodo de 12h/ 12h según lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp*.

Los tratamientos pre-germinativos aplicados fueron los siguientes:

1. NO<sub>3</sub>K: El sustrato de germinación fue humedecido con una solución de nitrato de potasio (NO<sub>3</sub>K) al 0,2% de acuerdo a lo sugerido por ISTA (1996) para *Capsicum spp*.
2. Pre secado: las semillas se secaron en estufas a 35° C, durante 7 días, antes de colocarse a germinar.
3. Remojo: Las semillas permanecieron en agua destilada durante 24 horas a temperatura ambiente (Carter y Stevens, 1998; Hernández Verdugo *et al.*, 2001).
4. Prelavado: Las semillas se colocaron en agua corriente durante 24 horas.
5. AG<sub>3</sub>: El sustrato de germinación se humedeció con una solución de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) a 500ppm, preparada según las indicaciones de ISTA (1996).

6. AcSul-6: Las semillas se colocaron durante 1 minuto en una solución al 6% de ácido sulfúrico y luego se lavaron con agua corriente (Sánchez Guardiola, 2005).
7. AcSulf-9: Las semillas se colocaron durante 1 minuto en una solución al 9% de ácido sulfúrico y luego fueron lavadas con agua corriente.
8. AcSulf-3: Las semillas se colocaron durante 1 minuto en una solución al 3% de ácido sulfúrico y luego fueron lavadas con agua corriente.
9. S/Trat: Las semillas se colocaron a germinar sin ningún acondicionamiento pre germinativo.

Quinto ensayo: ALMACENAMIENTO, este ensayo, evalúa el efecto del almacenamiento sobre la capacidad germinativa, de las semillas, se trabajó con el lote de semillas cosechadas en el año 2006, las cuales se almacenaron en bolsas de papel madera a temperatura ambiente en oscuridad por 30 meses. Desde su cosecha en enero - febrero de 2006 hasta su análisis de germinación en septiembre de 2008. Esto se realizó a través de dos tratamientos en los cuales las semillas fueron puestas a germinar según lo recomendado por ISTA (1996) para *Capsicum spp*, con una alternancia de temperatura de 20° C de noche, 30° C de día y un fotoperiodo de 12 horas de día y 12 horas de noche.

Los tratamientos aplicados fueron:

1. 2006-2006: las semillas cosechadas entre enero-febrero de 2006 y puestas a germinar en septiembre de 2006.
2. 2006-2008: las semillas cosechadas entre enero-febrero de 2006 y puestas a germinar en septiembre de 2008.

#### 5.5-Análisis estadístico

Los ensayos fueron realizados bajo un diseño experimental completamente aleatorizado. Para el análisis de los datos se utilizó el programa InfoStat versión 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

Se construyó una base de datos con la información recolectada en los ensayos: ESTACIONES, FOTO / TERMOPERIODO CTE y ALMACENAMIENTO. El conjunto de datos se ajustó a un Modelo Lineal Generalizado Mixto (MLGM).

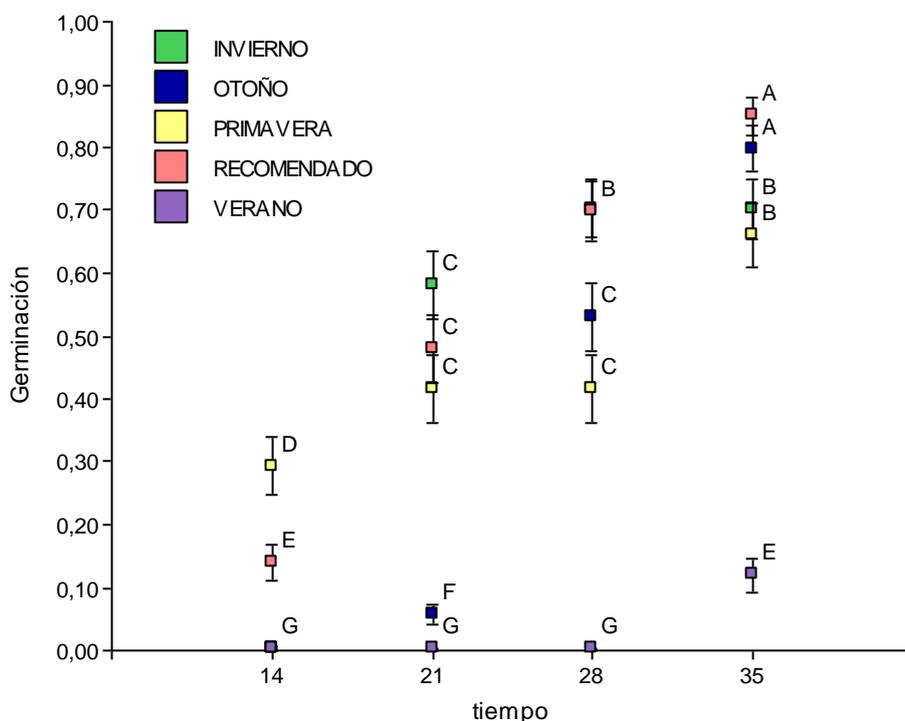
El análisis de los ensayos ESTACIONES/OSC Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS se llevó a cabo mediante un Modelo Lineal de Efectos Fijos de estación, se usó la función de varianza Varident para corregir la falta de homogeneidad en los datos. Además, se realizó la comparación de medias de estación mediante la prueba DGC con un nivel de significación del 5 % ( $\alpha=0,05$ ).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1-Ensayo ESTACIONES

Las condiciones de la conducción del tratamiento (temperatura y horas de luz) -que simularon las estaciones del hábitat de *C. chacoense* en Milagro, Provincia de la Rioja- influenciaron los resultados. En la Figura 3 se observa gráficamente la aplicación del Modelo Lineal Generalizado Mixto para el ensayo ESTACIONES.

La evolución del proceso de germinación fue modificada por los tratamientos evaluados. A los 7 días después de siembra (DDS) -tiempo considerado por el ISTA (2017) para realizar el primer conteo de *Capsicum spp.* - no se registraron semillas germinadas. Según Randle y Honma (1981), quienes evaluaron diferentes especies del género *Capsicum*, determinaron que *C. chacoense* requería más tiempo que las otras especies para alcanzar el 50 % de emergencia.



**Figura 3.** Valores de germinación de *Capsicum chacoense*, en relación a los días después de la siembra, según temperaturas que simulan las estaciones del año.

\*Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según DGC ( $p < 0,05$ ).

\*\*El eje de las ordenadas no está en porcentajes, debido a que es una figura de un modelo.

A los 14 DDS en los tratamientos PRIMAVERA y RECOMENDADO se observó la germinación de semillas, 30 % y 15 %, respectivamente.

Transcurridos 21 DDS se registró germinación en los tratamientos INVIERNO y OTOÑO, 58 % y 7 % respectivamente. Los tratamientos PRIMAVERA y RECOMENDADO presentaron un acumulado de 48 % respectivamente.

A los 28 DDS, a excepción del tratamiento VERANO, los tratamientos restantes presentaron una germinación acumulada de: RECOMENDADO 69 %, OTOÑO 54 %, INVIERNO 70 % y PRIMAVERA 48 %

A los 35 DDS el tratamiento VERANO recién presenta germinación finalizando el ensayo con un 13 %; los tratamientos restantes presentaron una germinación acumulada de: RECOMENDADO 84 %, OTOÑO 81 %, INVIERNO 70 % y PRIMAVERA 66 %.

Estos resultados muestran al tratamiento de VERANO, que presenta una diferencia con respecto a los otros tratamientos; entre los 14 y 28 (DDS) los valores de germinación fueron cero, alcanzando el 13% de germinación a los 35 DDS. En este tratamiento en el cual las temperaturas diurnas superan los 35° C, la germinación se ve menguada en comparación al resto de los tratamientos, en concordancia con los resultados de Rivas Osorio (2000), López Valdez (2013) y Carter y Vavrina (2001), para diferentes *Capsicums* sin llegar a la termoinhibición hallada por Carter y Stevens (1998). Lo que muestra que temperaturas diurnas superiores a los 30° C afectan en forma negativa la germinación de *C. chacoense*.

Los tratamientos que simulan las estaciones INVIERNO y PRIMAVERA alcanzaron valores semejantes -al final del periodo de evaluación- (70 y 66 %, respectivamente), sin diferencias estadísticas entre ellos. Estos valores son similares a los determinados por el Banco de Germoplasma de Guatemala para la conservación a corto plazo (González Salán, 2012).

Los tratamientos INVIERNO y PRIMAVERA, con temperaturas diurnas de 20 y 25° C, nocturnas de 5 y 10° C, y con un 70 y 66 % de PG respectivamente, a pesar de presentar un buen comportamiento, con valores de germinación que se podrían considerar buenos por tratarse de una especie no domesticada, no llegaron a alcanzar los valores más altos de germinación en comparación de otros tratamientos, presentando un comportamiento similar a lo manifestado por Funes y Venier (2006) para otras especies del Chaco Árido, en las cuales la germinación se ve menguada por las temperaturas bajas como una adaptación a

germinar en la estación de verano en concordancia con la disponibilidad de agua, ya que en el Chaco Árido solo hay humedad disponible en la estación de verano y una parte del otoño, por lo que se podría decir que en *C. chacoëense* las temperaturas diurnas por debajo de los 25° C, disminuyen la germinación.

Los mayores valores de germinación a los 35 DDS fueron alcanzados por los tratamientos RECOMENDADO (85 %) y OTOÑO (80 %), no existiendo diferencias entre ellos, pero si con los otros tratamientos. Al final del periodo de evaluación (35 DDS) los valores fueron elevados considerando que es una especie no domesticada. Estos valores cumplen los requerimientos del Banco de Germoplasma de Guatemala para la conservación a largo plazo, es decir 7 años o más (González Salán, 2012). Estos tratamientos se caracterizan por tener la misma temperatura diurna (30° C) durante el mismo lapso de tiempo (12 h), lo que muestra que esta temperatura parece ser la más adecuada para que ocurra el proceso de germinación de *C. chacoëense* lo que es coincidente con el comportamiento descrito para las especies del Chaco Árido Argentino por Funes y Venier, (2006), para *C. chinense* (Rivas Osorio,2000), y para de *C. annuum* (Carter y Vavrina, 2001; Hernandez Verdugo, 2010).

Este resultado sugiere que temperaturas diurnas alrededor de los 30° C favorecen la germinación de *Capsicum chacoëense*.

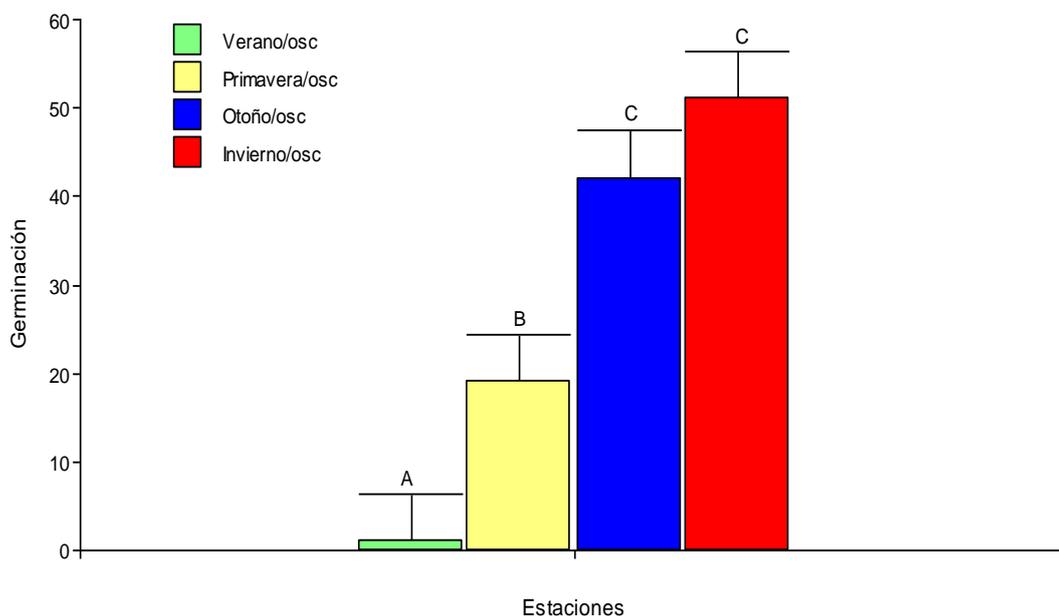
La diferencia entre los tratamientos OTOÑO y RECOMENDADO es la temperatura nocturna siendo más baja en OTOÑO (15° C) que en el RECOMENDADO (20° C). Ello demuestra que valores de temperatura entre 15 y 20° C -por periodos de 12 h- no tienen efecto sobre la germinación de esta especie.

El comportamiento de los otros dos tratamientos (INVIERNO y PRIMAVERA) comparativamente con las otras condiciones evaluadas permite inferir que el incremento de temperaturas medias hasta 25° C incrementa la germinación de *C. chacoëense*.

Los resultados muestran que el tratamiento de VERANO fue el más adverso para la germinación de semillas de *C. chacoëense*, debido a que temperaturas -próximas a 35° C- disminuyen notablemente la germinación.

## 6.2-Ensayo ESTACIONES/OSC

En la Figura 4 se observa el gráfico de las comparaciones de las medias de estaciones, estas medias se obtuvieron del Modelo de Efectos Fijos de estación para el ensayo ESTACIONES/OSC.



**Figura 4.** Porcentaje de germinación de *Capsicum chacoense*, a los 35 días, después de siembra, según condiciones de termoperíodo simulando las estaciones del año en oscuridad.

\* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según DGC ( $p < 0,05$ ).

Se observa en el ensayo que es mayor la germinación en el tratamiento Invierno/osc (51 %) y Otoño/osc (42 %), con diferencias estadísticas respecto a los otros tratamientos. El tratamiento Primavera/osc presentó un 19 % de germinación mientras que Verano/osc con el 1% de germinación es el menor valor de los cuatro tratamientos.

El tratamiento Verano/osc, con 1% de germinación al final del ensayo, demuestra que las altas temperaturas afectan la germinación de manera negativa, de la misma forma que en el tratamiento VERANO del ensayo ESTACIONES (Figura 2). Estos resultados coinciden con lo descrito por Rivas Osorio (2000) quien determinó que temperaturas superiores a 30°C reducen la germinación de *C. chinense*; también López Valdez (2013) y

Carter y Vavrina (2001) observaron este efecto depresivo de las altas temperaturas sobre la germinación en diferentes especies de *Capsicum*.

En los tratamientos Invierno/osc, Otoño/osc y Primavera/osc la falta de luz redujo la germinación, comparativamente con los tratamientos análogos del ensayo ESTACIONES (Figura 2). Estos resultados son similares a los descritos por Hernández Verdugo *et al.* (2001) y Hernández Verdugo (2004) para *C. annuum*, Almanza-Enriquez (1998) trabajando sobre *C. annuum var. aviculare* no logro obtener semillas germinadas en oscuridad permanente. Por el contrario, los resultados encontrados por Rivas Osorio (2000) muestran que *C. chinense*, es indiferente a la presencia de luz para germinar.

Estos resultados que muestran de forma ambigua la respuesta germinativa ante el estímulo de la luz de las semillas del genero *Capsicum*, indican, que debería caracterizarse a las semillas de *C. chacoense* en función de la necesidad de luz o no para germinar, que podría ser a través del índice de Germinación Relativa a la Luz(GRL) (Funes *et al.*, 2009).

### 6.3-Ensayo FOTO / TERMOPERIODO CTE

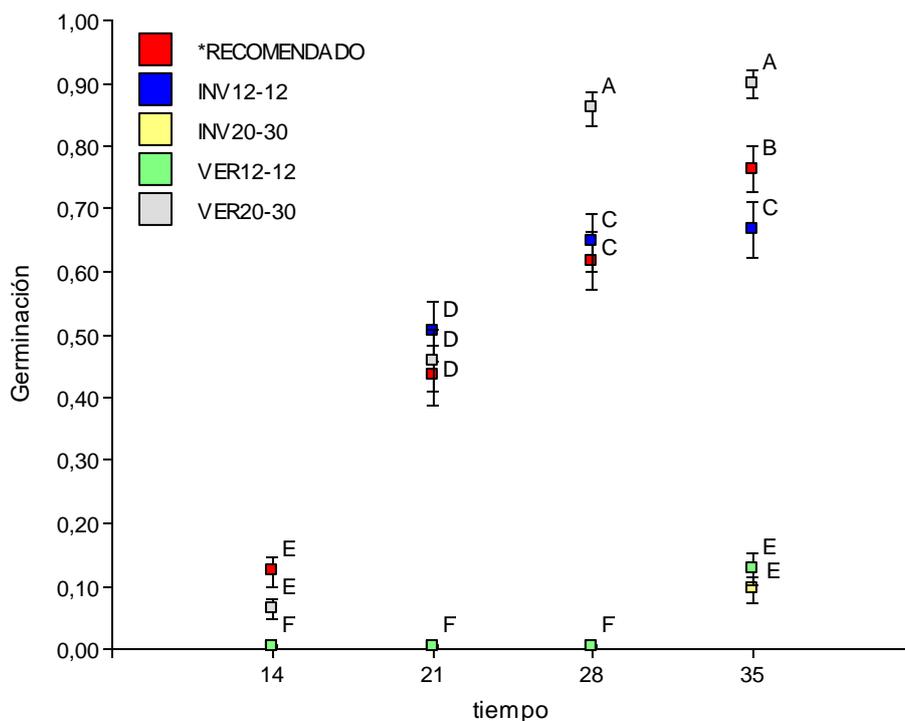
En la Figura 5 se observa el resultado gráfico de la aplicación del Modelo Lineal Generalizado Mixto para el ensayo FOTO/TERMOPERIODO CTE.

A los 14 DDS se registró germinación en el tratamiento \*RECOMENDADO (13 %) y en VER20-30 (7 %), el resto de los tratamientos no presentaron germinación.

. A los 21 DDS, se registraron los siguientes porcentajes de germinación, tratamiento \*RECOMENDADO (44 %), VER20-30 (46 %) e INV12-12 (51 %).

A los 28 DDS los porcentajes de germinación obtenidos fueron, VER20-30 (85 %), \*RECOMENDADO (62 %), e INV12-12 (65 %),

A los 35 DDS el tratamiento VER20-30 alcanzo el 89 % de germinación, seguido por \*RECOMENDADO (77 %) e INV12-12 (68 %). En los tratamientos VER12-12 e INV20-30, los valores de germinación fueron 10 y 13 % respectivamente, pudiendo ser consideradas estos tratamientos como condiciones extremas.



**Figura 5.** Germinación de *Capsicum chacoense*, en relación a los días después de la siembra, con foto o termoperiodo constante, simulando las estaciones del año.

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según DGC ( $p < 0,05$ ). El eje de las ordenadas no está en porcentajes, debido a que es una figura de un modelo

Las condiciones de temperatura en los tratamientos \*RECOMENDADO, VER20-30 e INV2030, son semejantes, ya que la temperatura nocturna es de 20° C y la diurna es de 30° C, la diferencia entre tratamientos está dada por la cantidad de horas a las que las semillas están expuestas a la luz y a los 30° C de temperatura.

El tratamiento VER20-30 alcanzó los mayores valores de germinación. Probablemente el mayor tiempo de exposición a la luz y temperatura, fue la causa del incremento de la germinación en más de un 20% a los 28 DDS. Estos resultados coinciden con los registrados por Prado Urbina *et al.* (2015) quienes plantean que diferencias de 4 h de luz reducen la germinación al disminuir el tiempo de exposición a la temperatura adecuada, inclusive algunos genotipos no germinan en oscuridad.

Estos resultados demuestran la importancia de la temperatura, aunque está influenciado por el tiempo de exposición. Es decir, temperatura de 20-30°C son adecuadas para que ocurra el proceso de germinación en *C. chacoense*, pero la mayor exposición a la temperatura de 30°C incrementa la germinación.

Los resultados de los tratamientos que evaluaron el efecto de temperatura de 35° C (Figuras 2, 3 y 4) son semejantes (Anexo 6). Los valores de germinación son muy bajos, no superan el 13 %, aunque sin luz son aún menores (1 %), con diferencias estadísticas con los otros tratamientos. Estos datos demuestran el efecto negativo de las temperaturas elevadas sobre la germinación de *C. chacoëense*, independientemente de la duración del día y la presencia o ausencia de luz. Otros estudios han hallado resultados semejantes en diferentes especies de *Capsicum* (Rivas Osorio, 2000; López Valdez, 2013; Carter y Vavrina, 2001; Carter y Stevens, 1998).

Este comportamiento es coincidente con la situación climática de la zona de estudio, veranos con temperaturas diarias superiores a 35° C, suelen estar asociados con bajos porcentajes de humedad relativa, valores elevados de déficit hídrico, vientos calientes y secos, a pesar de que puede haber precipitaciones que se correspondan con la media anual (Díaz, 1977; Lasso y Herrera, 1982). Estas condiciones climáticas, en general, son negativas para la germinación de la mayoría de las especies de la región, ya que al día siguiente de una lluvia el suelo vuelve a estar seco, debido a los vientos desecantes y a las altas temperaturas, como así también a las características de los suelos (Zalazar y Tapia, 2008).

Es decir que las semillas en estudio están adaptadas a la región donde han sido recolectadas, por lo que no es recomendable realizar la siembra durante la estación de verano.

En los tratamientos con bajas temperaturas que simularon la estación invernal con mínimas de 5° C se encontraron diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos (Anexo 7). El análisis de los datos muestra que independientemente de la presencia de luz y/o la cantidad de horas de exposición de las semillas a baja temperatura pueden germinar y alcanzar valores de germinación superiores al 50%. Coincidiendo con Manrique (2003) quien manifiesta que la interacción de la luz con otros factores ambientales, como la temperatura, evidencia la capacidad de los vegetales para adaptarse y resistir a determinadas condiciones ambientales.

#### 6.4-Ensayo TRATAMIENTO PREGERMINATIVO

En la Figura 6 se observa a los 35DDS que el tratamiento AG3 fue el que resultó en un menor porcentaje de germinación (51 %), mientras que los restantes 8 tratamientos

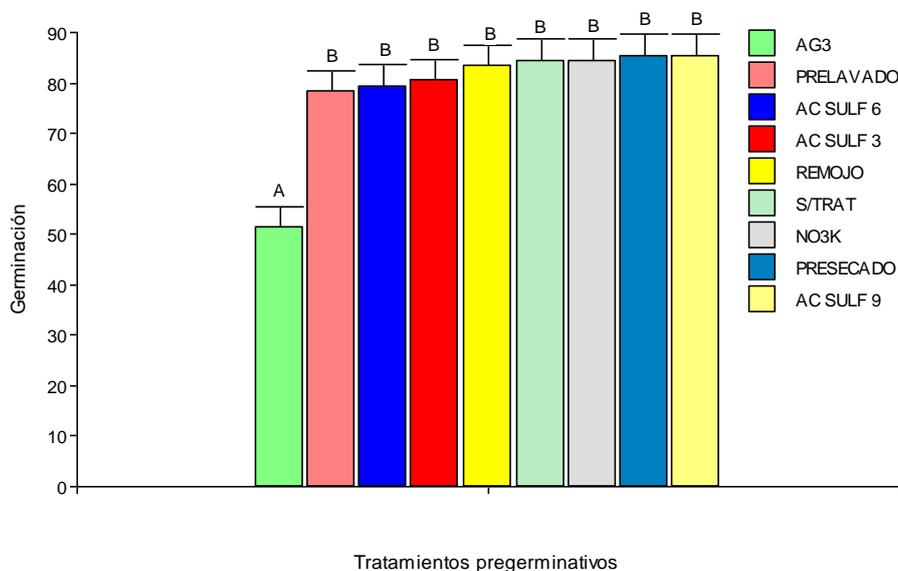
presentaron una germinación entre el 78 y 85 %, sin mostrar diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

La aplicación de 500ppm de ÁG<sub>3</sub> tuvo un efecto negativo sobre la germinación, a diferencia de lo encontrado por otros autores que lo aplicaron en semillas de *C. annum* (Watkins y Cantliffe, 1983; Hernández-Verdugo *et al.*, 2001, Hernandez Verdugo, 2004; Carter y Stevens, 1998). En otro ensayo (no publicado) realizado con el mismo lote de semillas, pero con dos años de almacenamiento, el efecto negativo fue más marcado, alcanzando sólo el 27 % de germinación a los 35 DDS.

En el caso de tratamiento REMOJO los resultados coinciden con Hernández-Verdugo *et al.* (2001), que trabajaron con *C. annum*.

Es para destacar que los tratamientos con diferentes concentraciones de ácido sulfúrico (AC. SULF 3, AC. SULF 6, AC. SULF 9) que simularían el paso por el tracto digestivo de las aves o mamíferos, no modificaron la germinación.

Hernández-Verdugo *et al.* (2001) obtuvieron un efecto negativo sobre la germinación de *C. annum* con una concentración de ácido sulfúrico al 50%. Sin embargo, Sánchez Guardiola (2005), trabajando sobre *C. chacoense*, logró efectos positivos sobre la germinación con ácido sulfúrico en concentraciones de 3 y 6 %.



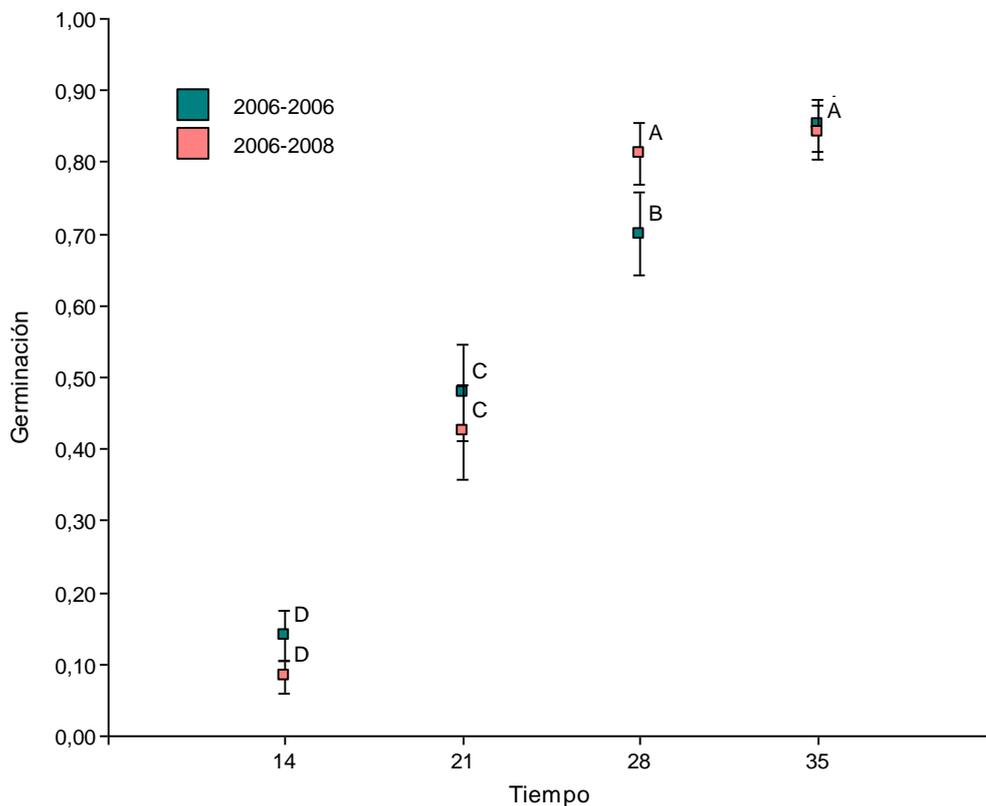
**Figura 6.** Germinación de *Capsicum chacoense*, a los 35 días después de siembra, en relación a los tratamientos pre germinativos.

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según DGC ( $p < 0,05$ ).

Estos resultados, sugieren que las semillas de *C. chacoense* no presentan dormición. Por lo que no se necesitarían estos tratamientos pre-germinativos para mejorar la germinación de las semillas.

### 6.5-Ensayo ALMACENAMIENTO

En la Figura 7 se observa que a los 14 y 21 DDS no hay diferencias estadísticas significativas en la germinación entre tratamientos. A los 28 DDS el lote 2006-2008 presentó mayor germinación (81 %) que el lote 2006-2006 (70 %). A los 35 DDS no hubo diferencias de germinación entre los tratamientos.



**Figura 7.** Valores de germinación de *Capsicum chacoense*, en relación a los días de germinación, para dos periodos de almacenamiento diferentes.

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas.

El secado a la sombra y la conservación de las semillas en bolsas de papel a temperatura ambiente no produjo efectos adversos sobre la germinación. El método de secado a la sombra recomendado por Bonilla *et al.* (2004) para *C. annuum*, *C. baccatum* y

*C. frutescens*, fue modificado, ya que estos autores plantean mantener la temperatura a 15°C y en esta experiencia el almacenamiento de *C. chacoense* se realizó a temperatura ambiente con resultados promisorios. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Sánchez *et al.* (1993) y Hernández-Verdugo *et al.* (2010) quienes plantean almacenar las semillas para asegurar la germinación a 5° C.

El recipiente utilizado para el almacenamiento de las semillas durante dos años fueron bolsas de papel. Estos resultados no coinciden con Doijode (1991), ya que este autor manifiesta que el recipiente de vidrio fue más efectivo para la conservación que la bolsa de papel.

Será conveniente evaluar mayor tiempo de almacenamiento de las semillas como el objeto de implementar banco de semillas como así también sortear periodos con condiciones ambientales extremas que perjudiquen la producción de semillas.

## 7. CONCLUSIONES

En condiciones de 10 horas de noche y 14 horas de día, con temperaturas alternadas de 20 - 30° C, se logran los mayores porcentajes de germinación (86 %) de *C. chacoënsis* en menor lapso de tiempo (28 días).

La temperatura diurna de 30° C y mayor cantidad de horas de luz (14 h) favorece la velocidad y permite alcanzar los mayores valores de germinación.

Las altas temperaturas diurnas con valores de 35° C afectan en forma negativa la germinación sin llegar a inhibirla totalmente.

Las temperaturas diurnas por debajo de 25° C reducen la germinación.

Las semillas de *C. chacoënsis* logra mayores porcentajes de germinación en presencia de luz.

La exposición de las semillas a periodos diarios de 14 horas de luz acelera la germinación de *C. chacoënsis*.

La exposición de las semillas a periodos diarios de 10 horas de luz afecta negativamente la germinación de *C. chacoënsis*.

Las semillas de *C. chacoënsis* no presentan dormición.

La aplicación de tratamientos pre-germinativos con ácido giberélico sobre semillas de *C. chacoënsis* tienen un efecto negativo sobre la germinación.

Las semillas de *C. chacoënsis* no necesitan tratamientos pre-germinativos para mejorar la germinación.

Las semillas de *C. chacoënsis* pueden ser secadas a la sombra y almacenadas en bolsas de papel por al menos 30 meses sin que se afecte su poder germinativo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alan, O. y B. Eser. 2007. Pepper seed yield and quality in relation to fruit position on the mother plant. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (23): 4251 - 4255.
- Alcocer-Ruthling, M.; Thill, D. C. y B. Sahfii. 1992. Differential competitiveness of sulfonylurea resistant and susceptible prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technol.*, 6: 303-309.
- Aljaro, A. y L. Wyneken. 1985. Acondicionamiento osmótico de semilla de pimiento y sus efectos sobre la germinación y emergencia. *AgriculturaTécnica*, 4: 293 - 302.
- Almanza-Enriquez, J.G. 1998. Estudios ecofisiológicos, métodos de propagación y productividad del chile piquín (*Capsicum annuum L. var. aviculare Dierb.*). Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias con especialidad en Botánica. U.A.N.L. México.
- Barbaran, F.R. 2000. Recursos Alimenticios Derivados de la Caza, Pesca y Recolección de los Wichi del Río Pilcomayo (Provincia de Salta, Argentina). En: Cabrera, E.; C. Mercoli y R. Resquin (Eds.). *Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica*. CITES Paraguay – Fundación Moisés Bertoni – University of Florida. Asunción. Paraguay. 578p.
- Baskin, C.C. y J.M. Baskin. 1998. *Seed. Ecology, Biogeography and evolution of Dormancy and Germination*. San Diego, Academic Press. 666 p.
- Baskin, C. y J. Baskin. 2001. *Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, USA. 666 p.
- Baskin, C.C.; J.M. Baskin y E.W. Chester. 2004. Seed germination of the summer annual *Cyperus squarrosus* in an unpredictable mud flat habitat. *Acta Oecologica*, 26: 9 – 14.
- Bell, D.; D. Rokich; C. Mc Chesney y J. Plummer. 1995. Effects of temperature, light and gibberellic acid on the germination of seeds of 43 species native to Western Australia. *J. Veg. Sci.*, 6: 797 – 806.
- Bewley, J.D. y M. Black. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Springer-Verlag Press. 2<sup>nd</sup>. Edition. New York. 365 p.
- Bewley, J.D. y M. Black. 1994. Dormancy and the control of germination. En: *Seeds physiology of development and germination*. Plenum Press - New York. Cap. 5. Pp. 199 – 267.
- Bierhuizen, J.F. y W.A. Wagenvoort. 1974. Some aspects of seed germination in vegetables. I. The determination and application of heat sums minimum temperature for germination. *Scientia Horticulturae*, 2 (3): 213 - 219.
- Bonilla, M.; C. Cardozo y M. García. 2004. Determinación de la condición fisiológica de la semilla de *Capsicum* spp y efecto del Método de Secado para su almacenamiento. *Acta Agronómica*, 53 (1): 37 – 44.
- Burns, K.C. 2012. Seed Dispersal: The Blind Bomb Maker. *Current Biology*, Vol. 22. N°13. dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.05.005.
- Cabrera, A. 1976. *Regiones Fitogeográficas de Argentina*. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. 2 (1): 1 – 85. 2° Edición. Ed. ACME. Bs. As.
- Calella, F. y R.F. Corzo. 2006. *El Chaco Árido de La Rioja. Vegetación y Suelos. Pastizales Naturales*. INTA. Buenos Aires. 191p.
- Carter, A. K. y R. Stevens. 1998. Using ethephon and GA [3] to overcome thermoinhibition in 'Jalapeño M' pepper seed. *Hort. Science*, 33(6): 930 - 944.
- Carter, A.K. y C. S. Vavrina.** 2001. High temperature inhibits germination of jalapeño and cayenne pepper. *Hort. Science*, 36 (4): 724 - 725.

- Cavero, J.; Gil Ortega R. y C. Zaragoza. 1995 (a). Influence of Fruit ripeness at the time of seed extraction on pepper (*Capsicum annuum*) seed germination. *Scientia Horticulturae*, 60: 345 - 352.
- Cavero, J., Gil Ortega, R., y C. Zaragoza. 1995 (b). Effect of temperature on germination and emergence of three pepper cultivars for processing. *Investigacion Agraria. Produccion y Proteccion Vegetales*.
- Copeland, L.O. y M.B. Mc Donald. 1995. *Principles of seed science and technology*. Ed. Chapman & Hall. Nueva York, EE.UU. 3<sup>ra</sup> ed. 409 p.
- Costa, J.; J.J. Pérez; M.D. García; M.S. Catalá; A. Lacasa; J.L. Cenis; M.J., Diez y F. Nuez. 1996. Primeros resultados de un programa de mejora de introducción de resistencia al TSWV en pimiento. *Actas de Horticultura*, 14: 322 - 327.
- Daws, M.; D. Burslem; L. Crabtree; P. Kirkman y C. Mullins. 2002. Differences in seed germination responses may promote coexistence of four sympatric *Pipers* species. *Funct. Ecol.*, 16: 258 – 267.
- Del Vitto, L. A.; E.M. Petenatti, y M. E. Petenatti. 1997. Recursos herbolarios de San Luis (República Argentina) Primera parte: Plantas Nativas. *Multequina*, 006: 49 - 66.
- Demir I. y R.H. Ellis. 1992. Development of pepper (*Capsicum annuum*) seed quality. *Annals of Applied Biology*, 121 (2): 385 - 399.
- Deno, N. C. 1998. Second supplement to seed germination theory and practice. En: [naldc.nal.usda.gov/download/41278/PDF](http://naldc.nal.usda.gov/download/41278/PDF). Consultado: 13/09/16.
- Díaz, R.J. 1977. Clasificación Local del Clima de la Provincia de La Rioja. UPLR.
- Dimitri, M.J. 1980. Descripción de las plantas cultivadas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. ACME. Buenos Aires. 3<sup>ra</sup> Edición. 1: 1161p.
- Di Rienzo J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Doijode, S.D. 1991. Influence of seed position in fruit on seed viability and vigour during ambient storage of chilli (*Capsicum annuum* L.) fruits. *Capsicum Newsletter*, 10: 62-63.
- Egley, G. H. 1995. Seed germination in soil: dormancy cycles. En: J. Kiegel y J. Galili (eds). *Seed development and germination*. Marcell Dekker. New York. p: 529-543.
- Faccini, D y E. Puricelli. 2006. Efecto de la temperatura y de la luz sobre la germinación de *Nicotiana longiflora* Cavanilles y *Oenothera indecora* Camb. *Agiscientia*, 23 (1): 15 – 21.
- Fresnillo, D.E.; O.A. Fernández y C.A. Busso. 1994. Factores en la Germinación de dos Especies Anuales Forrajeras de la Región Semiárida Argentina. *Turrialba*, 44: 95 - 99.
- Funes, G. y P. Venier. 2006. Dormancy and germination in three *Acacia* (*Fabaceae*) species from central Argentina. *Seed Sci. Res.*, 16: 77 – 82.
- Funes, G., Diaz S. y P. Venier. 2009. La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecología Austral* 19:129-138. Asociación Argentina de Ecología.
- Garcia Huidobro, J.; Monteith, J.L. y G.R. Squire. 1982. Time, temperature, and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. y H.). *Journal of Experimental Botany*, 33: 288 – 296.
- Godínez - Álvarez H.; Valverde T. y P. Ortega-Baes. 2003. Demographic trends in the *Cactaceae*. *Botanical Review*, 69: 173 - 203.

- Gómez, J.C., H.F. Calella; R.F. Corzo y A.A. Reynoso. 1993. Mapa de las Subregiones de Vegetación y Suelo del Chaco Árido de La Rioja. Convenio CFI - Gobierno de La Rioja - IZA (UPLR) Publicado por GTZ, La Rioja. Proyecto de Desarrollo Rural Integral de Los Llanos. La Rioja. Argentina.
- González Salán, M. M. R. 2012. Caracterización y evaluación morfológica, rejuvenecimiento, incremento y documentación de germoplasma de *Capsicum* de Guatemala. CONCYT. Proyecto FODECYT N° 018-2010. Informe Final. 204 p.
- Hadley, E. 1961. Influence of temperature and other factors on *Ceanothus megacarpus* seed germination. *Madrono*, 16: 132 – 138.
- Halikowski Smith, S. 2015. In the shadow of a pepper-centric historiography: Understanding the global diffusion of capsicums in the sixteenth and seventeenth centuries. *Journal of Ethnopharmacology*, 167: 64–77.
- Hartmann, H. y D. Kester. 1999. *Propagación de plantas*. Compañía Editorial Continental, S.A. México DF. 760 p.
- Hernández Verdugo, S.; K. Oyama y C. Vázquez-Yanes. 2001. Differentiation in seed germination among populations of *Capsicum annuum* along a latitudinal gradient in Mexico. *Plant Ecology*, 155: 245 – 257.
- Hernández Verdugo, S. 2004. Efecto de la luz, temperatura y ácido giberélico sobre la germinación de semillas de poblaciones de chile silvestre. En. [www.world-pepper.org/2004/memorias2004/441\\_hernandez\\_verdugo\\_wpc\\_2004 .pdf](http://www.world-pepper.org/2004/memorias2004/441_hernandez_verdugo_wpc_2004.pdf). Consultado: 19/03/16.
- Hernández Verdugo, S.; Lopez España, R.; Porras, F.; Parra Terraza, S.; Villarreal Romero, M. y T. Osuna Enciso. 2010. Variación de la germinación entre poblaciones y plantas de chile silvestre. *Agrociencia*, 44: 667 – 677.
- Herrera, J. y R. Alizaga. 1995. Efecto de la temperatura sobre la germinación de la semilla de china (*Impatiens balsamina*). *Revista Agronomía Costarricense*, 20 (2): 173-180.
- Hunziker, A.T. 1998. Estudios sobre *Solanaceae*. XLVI. Los ajíes silvestres de Argentina. *Darwiniana*, 36 (1/4): 201 – 203.
- ISTA. 1996. *International Rules for Seed Testing*. Rules Zürich, Switzerland. 335p.
- ISTA. 2017. *International Rules for Seed Testing*. Rules Zürich, Switzerland. s/p.
- Keeley, J.E. 1991. Seed germination and life history syndromes in the California Chaparral. *The Botanical Review*, 57 (2): 81 - 116.
- Lang, G.A. 1997. *Plant dormancy: Physiology, biochemistry and molecular biology*. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 386 p.
- Lanteri, S.; Nada, E.; Bellettii, P.; Quagliotti, L. y R. Bino. 1996. Effect of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seed of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Annals of Botany*, 77 (6): 591 - 597.
- Lanteri, S.; Belletti, P.; Marzach, C.; Nada, E. y T.D. Hong. 1997. Priming induced nuclear replication activity in pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds. *Seed Sci. Res.* 4 (2): 81 - 87.
- Lasso, R. y L. Herrera. 1982. Estimación de la Evapotranspiración Potencial y Balances Hídricos de la Provincia de La Rioja. UPLR.
- López Valdez, A. 2013. Efectos de un gradiente de elevación, procedencia y temperatura en la germinación de chile piquín (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser

- y Pickersgill). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nueva León. Facultad de Ciencias Forestales. México.
- Madga, D. 1998. Effects of grassland intensification on the population dynamics of the invasive species *Chaerophyllum aureum*. *Journal of Vegetation Science*, 9: 409 - 406.
- Manrique, E. 2003. Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz. *Ecosistemas* 2003/1. En: [www.aeet.org/ecosistemas/031/informe4.htm](http://www.aeet.org/ecosistemas/031/informe4.htm). Consultado: 19/03/16.
- Martínez, G. y P. Cúneo. 2009. Las denominaciones vernáculas y el conocimiento Toba del entorno Vegetal. *Rev. Dialectología y Tradiciones Populares*, LXIV(2): 149-168.
- Mayer, A.M. 1986. How do seeds sense their environment? Some biochemical aspects of the sensing of water potential, light and temperature. *Israel Journal of Botany*, 35: 3-16.
- Meckelmann, S. W. 2014. *Chemical Characterization of Native Chili Peppers (Capsicum spp.)*. Doctoral Tesis. Faculty of Mathematics and Natural Sciences of the Bergische Universität Wuppertal. 225 p.
- Meyer, S. 1992. Habitat correlated variation in firecracker penstemon (*Penstemon eatonii* Gray: *Scrophulariaceae*) seed germination response. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 119: 268 - 279.
- Meyer, S.; Kitchen, S. G. y S. L. Carlson. 1995. Seed germination-timing patterns in intermountain *Penstemon* (*Scrophulariaceae*). *American Journal of Botany*, 82: 377 – 389.
- Meyer, S. E.; Allen, P. S. y J. Beckstead. 1997. Seed germination regulation in *Bromustectorum* (Poaceae) and its ecological significance. *Oikos*, 78: 474 – 485.
- Miranda Jacome, J. 2008. Plasticidad fenotípica en la germinación de *Cephalocereus palmeri* var. *Sartorianus* (Rose) Krainz., (CACTACEAE) bajo dos condiciones de luz. Tesis Magister. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. México.
- Morello, J. H.; Protomastro, C.; Sancholuz, L. y C. Blanco. 1985. Estudio macroecológico de Los Llanos de la Rioja. Serie del cincuentenario de la Administración de Parques Nacionales. 5: 1 – 53.
- Moscone E.A.; Scaldaferrro, M. A.; Grabiele, M.; Cecchini, N. M.; García, Y. S.; Jarret, R.; Daviña, J. R.; Ducasse, D. A.; Barboza, G. E. y F. Ehrendorfer. 2007. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae*, 745: 137-169.
- Murray, K.G.; Russel, S.; Picone, C. M.; Winnett-Murray, K.; Sherwood, W. y M.L. Kuhlmann. 1994. Fruit laxatives and seed passage rates in frugivorous: consequences for plant reproductive success. *Ecology*, 75: 989 – 994.
- Naylor R.E.L. y A.F. Abdalla. 1982. Variation in germination behaviour. *Seed Science and Technology*, 10: 67 – 76.
- Noss, C.F. y D.J. Levey. 2014. Does gut passage affect post-dispersal seed fate in a wild chili, *Capsicum annuum*? *Southeastern Naturalist*, 13(3):475 -483.
- Peretti, A. 1994. *Manual para análisis de semillas*. Editorial Hemisferio Sur S. A. / INTA. República Oriental del Uruguay. 281 p.
- Perry, L.; Dickau, R.; Zarrillo, S.; I. Holst; Pearsall, D. M.; Piperno, D. R.; Berman, M. J.; Cooke, R. G.; Rademaker, K.; Ranere, A. J.; Raymond, J. S.; Sandweiss, D. H.;

- Scaramelli, F.; Tarble, K. y J.A. Zeidler. 2007. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 315: 986 – 988.
- Pickersgill, B. 1997. Genetics resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, 96(1): 129 - 133.
- Pons, T. 2000. Seed responses to light. En: Fenner, M. (ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in Plant Communities*. CAB international, Wallingford, UK.p: 237 – 260.
- Prado Urbina, G.; Lagunes- Espinoza, L. C.; García-López, E.; Bautista- Muñoz, C. C.; Camacho-Chiu, W.; Mirafuentes, F. G. y V.H. Aguilar-Rincon. 2015. Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pregerminativos. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(5): 139-149.
- Probert, R. J.; Smith, R. D. y P. Birch. 1985. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of *Dactylisglomerata*L. I. Variability in relation to origin. *New Phytologist*, 99: 305 – 316.
- Probert, R. J. 1992. The role of temperature in germination ecophysiology. En: Fenner, M. (ed) *Seed. The ecology regeneration in plant communities*. C. A. B. International. Wallinford.U.K. Cap. Xx. Pp. 285 – 325.
- Probert, R. 2000. The role of temperature in the regulation of seed dormancy and germination. En: Fenner, M (ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in Plant Communities*. CAB International, Wallingford, UK. Pp: 261 – 292.
- Qin, Ch.; Yu, Ch.; Shen, Y.; Fang, X.; Chen, L.; Min, J.; Cheng, J.; Zhao, S.; Xu, M.; Luo, Y.; Yang, Y.; Wu, Z.; Mao, L.; Wu, H.; Ling-Hu, Ch.; Zhou, H.; Lin, H.; González-Morales, S.; Trejo-Saavedra, D. L.; Tian, H.; Tang, X.; Zhao, M.; Huang, Z.; Zhou, A.; Yao, X.; Cui, J.; Li, W.; Chen, Z.; Feng, Y.; Niu, Y.; Bi, S.; Yang, X; Li, W.; Cai, H.; Luo, X.; Montes-Hernández, S.; Leyva-González, M. A.; Xiong, Z.; He, X.; Bai, L.; Tan, S.; Tang, X.; Liu, D.; Liu, J.; Zhang, S.; Chen, M.; Zhang, L.; Zhang, L.; Zhang, Y.; Liao, W.; Zhang, Y.; Wang, M.; Lv, X.; Wen, B.; Liu, H.; Luan, H.; Zhang, Y.; Yang, S.; Wang, X.; Xu, J.; Li, X.; Li, S.; Wang, J.; Palloix, A.; Bosland, P. W.; Lid, Y.; Krogh, A.; Rivera-Bustamante, R. F.; Herrera-Estrella, L.; Yind, Y.; Yub, J.; Huc, K. y Z. Zhang. 2014. Whole-genome sequencing of cultivated and wild peppers provides insights into *Capsicum* domestication and specialization. *PNAS*, 111(14): 5135 – 5140.
- Ragonese, A. y J. Castiglione. 1970. La vegetación del Parque Chaqueño. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*, 1, Supl.: 133 – 160.
- Raja Reddy, K. y V.G. Kakani. 2007. Screening *Capsicum* species of different origins for high temperature tolerance by in vitro pollen germination and pollen tube length. *Scientia Horticulturae*, 112: 130–135.
- Randle, W. y S. Honma.1981. Dormancy in peppers. *Scientia Horticulturae*, 14: 19 -25.
- Ren, Z. y R.J. Abbott. 1991. Seed dormancy in Mediterranean *Senecio vulgaris* L. *New Phytologist*, 117: 673 – 678.
- Rivas, Osorio M.R. 2000. Algunos aspectos sobre la germinación de *Capsicum chinense* Jacq. estudiadas en semillas de 5 localidades del país. Tesis de Grado. Universidad de los Andes. Merida – Venezuela. 68 p.
- Roberts, E.H. 1972. Dormancy: A factor affecting seed survival in the soil. En: *Viability of seeds*. Ed. Syracuse Univ. Press. Siracuse – NY, EEUU. Cap. II: 321 – 359.

- Rodríguez, J., Peña Olvera, B., V., Gil Muñoz, A., Martínez Corona, B., Manzo, F., y L. Salazar Liendo. 2007. Rescate *in situ* del chile poblano en Puebla, México. Rev. Fitotecnia Mexicana. Año/Vol. 30. N° 001. ISSN:0187-7380. Pp.25-32.
- Rondina, R. V. D.; Bandoni, A. L. y J.D. Coussio. 2008. Especies medicinales argentinas con potencial actividad analgésica. *Dominguezia*, 24(1): 47- 69.
- Rosso, C. y G. Scarpa. 2012. Identificaciones Botánicas de las Plantas Empleadas entre los Mocovíes en la Reducción San Javier durante en el Siglo XVIII a partir de la obra de Florián Paucke, S. J. En: *Etnobotánica en Zonas Áridas del Cono Sur de Sudamérica*. CEFYBO/ CONICET – UBA. Argentina.
- Rüdiger, W. 1986. The Chromophore. En: Kendrik, R. F. y Kronenberg. *Photomorphogenesis in plants*. Springer Science. Dordrecht, The Netherlands.
- Ruiz, M. y C. Parera. 2007. Fisiología de la Germinación de *Atriplex lampa* y *Atriplexnummularia*: Efecto de la temperatura durante la incubación. URL: sanjuan.inta.gov.ar/ info/posters/MtoCoseCalSem.pdf. Consultado: 21/05/07.
- Ruiz, M. y C. Parera. 2016. Efecto del momento de cosecha sobre la calidad de la semilla en pimiento tipo cuatro cascós. En: [inta.gov.ar/sites/default/files/ script-tmp-pimiento4cascos.pdf](http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-pimiento4cascos.pdf). Consultado: 30/09/16.
- Ruiz Torres, N. A.; Ramírez Manzanares, R.; Rincón Sánchez, F.; Robledo Torres, V. y C. Díaz García. 2007. Osmoacondicionamiento de semilla de chile ancho (*Capsicum annuum*). En: [www.scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&lr=yq=Osmoacondicionamiento+de+semilla+de+chile+ancho+%28Capsicum+annuum%29&btnG=Buscarylr](http://www.scholar.google.com.ar/scholar?hl=es&lr=yq=Osmoacondicionamiento+de+semilla+de+chile+ancho+%28Capsicum+annuum%29&btnG=Buscarylr). Consultado: 21/05/07.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamérica S. A. México. 759 p.
- Salva Mendoza, G. T. 2006. Evaluar la aptitud de diferentes sustratos para el establecimiento de plantas de *Capsicum chacoense*. Tesis. Ingeniería Agropecuaria, Universidad Nacional de La Rioja. La Rioja, Argentina. 38p.
- Sánchez Guardiola, M. J. 2005. Análisis del poder germinativo de la semilla de *Capsicum chacoense* Hunz. Tesis. Ingeniería Agropecuaria, Universidad Nacional de La Rioja. La Rioja, Argentina. 45p.
- Sánchez, V.; Sundstrom, F.; McClure, G. y N. Lang. 1993. Fruit maturity, storage and postharvest maturation treatments affect bell pepper (*Capsicum annuum* L.) seed quality. *Scientia Horticulturae*, 54: 191 - 201.
- Sauer, C. 1969. Agricultural origins and dispersal. Massachusetts Institute of Technology Press. Cambridge, Mass.
- Scarpa, G. 2009. Etnobotánica Médica de los Indígenas Chorote y su comparación con la de los criollos del Chaco Semiárido (Argentina). *Darwiniana*, 47 (1). ISSN 011-6793. San Isidro. Argentina.
- Scarpa, G. 2012. “Palos, Yuyos, Pencas, Bejuco y Pastos”: Los Nombres de las Plantas y su Clasificación Etnobotánica por los Criollos del Chaco Semiárido Norte (NE Salta – W Formosa, Argentina). En: *Etnobotánica en Zonas Áridas del Cono Sur de Sudamérica*. CEFYBO/ CONICET – UBA. Argentina.
- Schmidt, L. 2000. *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. DANIDA Forest Seed Centre (Dinamarca). ISBN 8798242865, 9788798242864.511p.

- Shafii, B. y W.J. Price. 2001. Estimation of cardinal temperatures in germination data analysis. *Journal of Agricultural Biological and Environmental Statistics*, 6: 356 – 366.
- Shvartzman, J. J. y V. M. Santander. 1995. Paraguay: Informe Nacional para la conferencia técnica internacional de La FAO sobre los recursos filogenéticos. FAO. Leipzig, Alemania.
- Smith, H. 1982. Light quality, photoperception and plant strategy. *Annual Review of Plant Physiology*, 33: 481 - 518.
- Suárez, M. 2011. Fitonimia Wichí de hierbas y bejucos del Chaco Semiárido Salteño. *Bonplandia*, 20(2): 185 - 202.
- Tapia, A. E. y M. I. Zalazar. 2003. Pautas de Manejo para el Cultivo Intensivo de *Capsicum chacoense* Hunz. Proyecto de Investigación Universidad Nacional de La Rioja. *Jornadas Científicas*. UNLaR. 08 – 12/09/03. Resumen.
- Tapia, A. E. y M. I. Zalazar. 2004. Pautas de Manejo para el cultivo intensivo de *Capsicum chacoense* Hunz. Jornadas Científicas Año 2003 “Ciencia y Sociedad”. EUDELAR. Pp 95-100. ISBN: 987-21350-0-2. La Rioja.
- Tapia, A., E., Salva G., T., y M., I., Zalazar. 2008. Evaluación de distintos sustratos de germinación de *Capsicum chacoense*. UNLaR Ciencia. Año 8. Vol N°1. Pp 41-45. ISSN: 1515-5005. LATINDEX, RedALYC, UNLaR Ciencia.
- Taylorson, R. B. y S. B. Hendricks. 1977. Dormancy in seeds. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 28: 331 - 354.
- Thanos C.; K. Georghiou y M. Passam. 1989. Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. *Ann. Bot.*, 63: 65-69.
- Thomas, H. 1972. Control mechanisms in the resting seed. En: Roberts, H. *Viability of seeds*. Ed. Syracuse Univ. Press. Syracuse – NY, EEUU.
- Torres, G. F.; Santoni, M. E.; Madrid, L.; Romero, L. N. y F. R. Barbaran. 1998. Alimentación y nutrición de los Mataco del Río Pilcomayo. Un estudio antropológico. *Andes*, 10: 189 – 213.
- Turner, S. R.; Merritt, C. C.; Dixon, K. y J. M. Baskin. 2005. Physical dormancy in seeds of six genera of Australian *Rhamnaceae*. *Seed Sci. Res*, 15: 51 – 58.
- Venable, D. L. y J. S. Brown. 1988. The selective interaction of dispersal, dormancy, and seed size as adaptations for reducing risk in variable environments. *The American Naturalist*, 131: 360 – 384.
- Wagenvoort, W. A.; Boot, A. y J. F. Bierhuizen. 1981. Optimum temperature range for germination of vegetable seeds. *Gartenbauwissenschaft*, 46 (3): 97 – 101.
- Watkins, J. T. y D. J. Cantliffe. 1983. Mechanical resistance of the seed coat and endosperm during germination of *Capsicum annuum* at low temperature. *Plant Physiology*, 72(1): 146 - 150.
- Zalazar, M. I. y A. E. Tapia. 2008. Caracterización de los ambientes habitados por *Capsicum chacoense*. *UNLaR Ciencia*, I (1): 35 – 40.
- Zuloaga, F. y O. Morrone. 1999. *Catálogo de Plantas Vasculares de la Argentina II*. Missouri Botanical Garden. USA. 1269p.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Ensayo ESTACIONES

#### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Medidas de ajuste del modelo

n	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
80	474,75	524,78	-216,38	432,75	59,00

AIC y BIC menores implica mejor

#### Familia

Family link  
binomial logit

#### Pruebas de hipótesis marginales

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
ESTACIONES	4	60	30,18	<0,0001
tiempo	3	60	104,59	<0,0001
ESTACIONES:tiempo	12	60	27,53	<0,0001

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
caja	(Intercept)	0,15	0,39

#### germinadas - Medias ajustadas y errores estándares para ESTACIONES\*tiempo

DGC (Alfa=0,05)

ESTACIONES	tiempo	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
RECOMENDADO	35	1,74	0,24	0,85	0,03	A
OTOÑO	35	1,37	0,23	0,80	0,04	A
INVIERNO	28	0,86	0,22	0,70	0,05	B
INVIERNO	35	0,86	0,22	0,70	0,05	B
RECOMENDADO	28	0,84	0,22	0,70	0,05	B
PRIMAVERA	35	0,66	0,22	0,66	0,05	B
INVIERNO	21	0,33	0,22	0,58	0,05	C
OTOÑO	28	0,12	0,22	0,53	0,05	C
RECOMENDADO	21	-0,08	0,22	0,48	0,05	C
PRIMAVERA	21	-0,34	0,22	0,42	0,05	C
PRIMAVERA	28	-0,34	0,22	0,42	0,05	C
PRIMAVERA	14	-0,88	0,22	0,29	0,05	D
RECOMENDADO	14	-1,81	0,24	0,14	0,03	E
VERANO	35	-1,99	0,25	0,12	0,03	E
OTOÑO	21	-2,78	0,29	0,06	0,02	F
INVIERNO	14	-6,00	1,02	2,5E-03	2,5E-03	G
OTOÑO	14	-6,02	1,02	2,4E-03	2,5E-03	G
VERANO	14	-6,11	1,02	2,2E-03	2,3E-03	G
VERANO	28	-6,11	1,02	2,2E-03	2,2E-03	G
VERANO	21	-6,11	1,02	2,2E-03	2,2E-03	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 2. Ensayo ESTACIONES/OSC

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
16	104,43	108,31	-44,22	2,00	0,81	

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	109,76 <0,0001
ESTACIONES	3	36,80 <0,0001

#### Pruebas de hipótesis secuenciales

numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	15,73 0,0019
ESTACIONES	3	36,80 <0,0001

### Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: varIdent

Formula: ~ 1 | ESTACIONES

Parámetros de la función de varianza

Parámetro Estim

VERANO 1,00

OTOÑO 5,03

INVIERNO 7,72

PRIMAVERA 5,51

### GTOTAL - Medias ajustadas y errores estándares para ESTACIONES

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

ESTACIONES Medias E.E.

INVIERNO 51,00 7,72 A

OTOÑO 42,00 5,03 A

PRIMAVERA 19,00 5,51 B

VERANO 1,00 1,00 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 3. Ensayo FOTO/TERMOPERIODO CTE

#### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Medidas de ajuste del modelo

n	AIC	BIC	logLik	deviance	df.resid
80	403,66	453,68	-180,83	361,66	59,00

AIC y BIC menores implica mejor

#### Familia

Family link

binomial logit

#### Pruebas de hipótesis marginales

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
ESTACIONES	4	60	53,82	<0,0001
tiempo	3	60	84,67	<0,0001
ESTACIONES: tiempo	12	60	11,95	<0,0001

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
caja	(Intercept)	0,11	0,33

**germinadas - Medias ajustadas y errores estándares para ESTACIONES\*tiempo**

DGC (Alfa=0,05)

ESTACIONES	tiempo	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
VER20-30	35	2,17	0,23	0,90	0,02	A
VER20-30	28	1,81	0,22	0,86	0,03	A
*RECOMENDADO	35	1,17	0,20	0,76	0,04	B
INV12-12	35	0,69	0,20	0,67	0,04	C
INV12-12	28	0,60	0,20	0,65	0,05	C
*RECOMENDADO	28	0,47	0,20	0,62	0,05	C
INV12-12	21	0,02	0,20	0,50	0,05	D
VER20-30	21	-0,17	0,20	0,46	0,05	D
*RECOMENDADO	21	-0,27	0,20	0,43	0,05	D
VER12-12	35	-1,93	0,23	0,13	0,02	E
*RECOMENDADO	14	-1,97	0,23	0,12	0,02	E
INV20-30	35	-2,25	0,24	0,10	0,02	E
VER20-30	14	-2,68	0,26	0,06	0,02	E
INV12-12	14	-6,02	1,02	2,4E-03	2,5E-03	F
VER12-12	28	-6,03	1,01	2,4E-03	2,4E-03	F
VER12-12	21	-6,03	1,01	2,4E-03	2,4E-03	F
VER12-12	14	-6,03	1,01	2,4E-03	2,4E-03	F
INV20-30	21	-6,06	1,01	2,3E-03	2,4E-03	F
INV20-30	28	-6,06	1,01	2,3E-03	2,4E-03	F
INV20-30	14	-6,06	1,01	2,3E-03	2,4E-03	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 4. Ensayo TRATAMIENTO PREGERMINATIVO**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%GTOTAL	36	0,66	0,56	10,65

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3694,22	8	461,78	6,56	0,0001
TRATAMIENTO	3694,22	8	461,78	6,56	0,0001
Error	1900,00	27	70,37		
Total	5594,22	35			

**Test: DGC Alfa=0,05 PCALT=12,9815**

Error: 70,3704 gl: 27

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
AG3	51,00	4	4,19	A
PRELAVADO	78,00	4	4,19	B
AC SULF 6	79,00	4	4,19	B
AC SULF 3	80,00	4	4,19	B
REMOJO	83,00	4	4,19	B
S/TRAT	84,00	4	4,19	B
NO3K	84,00	4	4,19	B
PRESECADO	85,00	4	4,19	B
AC SULF 9	85,00	4	4,19	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 5. Ensayo ALMACENAMIENTO

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### General

Familia	Enlace	nAGQ
binomial	logit	1

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
32	217,58	230,77	-99,79	27,56

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis marginales (Wald) para los efectos fijos

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
ANOS	1	24	0,03	0,8583
tiempo	3	24	255,85	<0,0001
ANOS:tiempo	3	24	7,22	0,0013

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
caja	(Intercept)	0,25	0,50

#### germinadas - Medias ajustadas y errores estándares para ANOS\*tiempo

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

DGC (Alfa=0.05)

ANOS	tiempo	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
2006-2006	35	1,74	0,29	0,85	0,04	A
2006-2008	35	1,67	0,29	0,84	0,04	A
2006-2008	28	1,46	0,28	0,81	0,04	A
2006-2006	28	0,85	0,27	0,70	0,06	B
2006-2006	21	-0,08	0,27	0,48	0,07	C
2006-2008	21	-0,31	0,27	0,42	0,07	C
2006-2006	14	-1,82	0,29	0,14	0,03	D
2006-2008	14	-2,41	0,31	0,08	0,02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 6. Comparación de medias de los tratamientos con 35° C.

Ensayo	Tratamiento	Media
ESTACIONES	VERANO	12
ESTACIONES/OSC	VERANO	1
FOTO/TERMOPERIODO CTE	VER12-12	13

## Anexo 7. Comparación de medias de los tratamientos con 5° C.

Ensayo	Tratamiento	Media
ESTACIONES	INVIERNO	70
ESTACIONES/OSC	INVIERNO	51
FOTO/TERMOPERIODO CTE	INV12-12	67