

**Trabajo de Intensificación para optar
al título de Ingeniero Agrónomo**

**Estudios preliminares sobre el efecto alelopático de
cultivares de Avena y Centeno sobre el
establecimiento inicial de malezas anuales**

Soumoulou, Marcos



Docente Tutor:

Ing. Agr. (Dr.) Guillermo Rubén Chantre

Docentes Consejeros:

Ing. Agr. (Dra.) María de las Mercedes Longás

Ing. Agr. (Dr.) Mario Ricardo Sabbatini

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

MARZO 2021

Índice

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
1. Introducción.....	6
1.1 Contexto de la problemática de las malezas	6
1.2 Cultivos de cobertura como parte del Manejo Integrado de Malezas	6
1.3 Alelopatía: conceptos generales	8
1.4 Efecto alelopático de cultivos	11
2. Hipótesis general.....	12
2.1 Objetivos específicos	12
3. Materiales y métodos	13
3.1 Especies malezas receptoras	13
3.1.1 <i>Amaranthus hybridus</i> L.....	13
3.1.2 <i>Avena fatua</i> L.....	14
3.1.3 <i>Lolium multiflorum</i> Lam	15
3.2 Ensayos de laboratorio	17
3.2.1 Ensayo de germinación y emergencia con suelo extraído de la rizosfera de los CC	17
3.2.2 Ensayo con extractos vegetales de CC sobre germinación, crecimiento de plántulas y biomasa total producida de malezas	17
3.2.2.1 Elaboración de extractos	17
3.2.2.2 Diseño experimental.....	18
3.3 Análisis estadístico.....	19
4. Resultados	23
4.1 Ensayo utilizando el suelo de cada cultivo de cobertura	23
4.2 Ensayo con extractos vegetales de CC sobre germinación, crecimiento de plántulas y biomasa total producida de las especies maleza receptoras.....	26
4.2.1 <i>Amaranthus hybridus</i>	26
4.2.2 <i>Avena fatua</i>	27
4.2.3 <i>Lolium multiflorum</i>	29
5. Discusión.....	31
5.1 <i>Amaranthus hybridus</i>	31
5.2 <i>Avena fatua</i>	32
5.3 <i>Lolium multiflorum</i>	33
5.4 Consideraciones finales	35
6. Bibliografía	37
7. Anexo.....	44
7.1 Análisis estadístico del porcentaje de germinación de las malezas en suelos correspondientes a cada CC	44
7.2 Analisis estadístico del porcentaje de emergencia de las malezas en suelos correspondientes a cada CC	45

7.3 Analisis estadístico de la longitud de plántulas de las malezas en suelos correspondientes a cada CC	47
7.4 Analisis estadístico del porcentaje de plántulas emergidas de <i>A. hybridus</i> utilizando extractos de los distintos CC	48
7.5 Analisis estadístico del porcentaje de germinación de semillas de <i>A. hibrydus</i> utilizando los extractos de los distintos CC.....	49
7.6 Analisis estadístico de la biomasa producida por <i>A. fatua</i> en los ensayos de extractos CC	49
7.7 Analisis estadístico de la longitud de plántula de <i>A. fatua</i> en el ensayo de extractos de CC.....	50
7.8 Analisis estadístico del porcentaje de germinación de <i>A. fatua</i> en el ensayo de extractos de cada CC	50
7.9 Analisis estadístico de la biomasa producida por <i>L. multiflorum</i> en el ensayo de extractos de cada CC	51
7.10 Analisis estadístico de la longitud de plántula de <i>L. multiflorum</i> en el ensayo de extractos de cada CC	51
7.11 Analisis estadístico del porcentaje de germinación de <i>L. multiflorum</i> en el ensayo de extracto de cada CC.....	52

Agradecimientos

A mi familia. En especial a mis padres, Pablo y Mariana, por educarme y formarme como persona. A toda su dedicación y esfuerzo. A mis hermanos, Candela, Esteban y Hernán, quienes hace 24 años que son compañeros de vida. Sin su incondicional apoyo, nada hubiera sido posible.

A mi novia, por haberme acompañado en este largo camino, en los momentos de certezas y de dudas. Nadie más que ella sabe de mi dedicación.

A mis amigos, por todos los momentos compartidos: las infinitas horas de conversaciones, las largas jornadas de cursada, los viajes al campo, el tiempo de estudio y la inmensa cantidad de anécdotas que me llevo. Sin dudas, permitieron que esta etapa sea más fácil.

Al Dr. Guillermo Chantre, mi tutor y guía en esta recta final, por haberme dado la posibilidad de realizar el trabajo con él. Por el tiempo y la ayuda brindada, estando siempre predispuesto a responder mis dudas e inquietudes.

A los consejeros, Dr. Ricardo Sabbatini y Dra. Mercedes Longas, por tomarse el tiempo para hacer sus aportes y correcciones.

Al Ing. Agr. Luis Carretto y al Ing. Agr. (M.Sc.) Mario Vigna, de INTA Bordenave, por haber proveído los materiales necesarios para llevar a cabo este trabajo.

A la Universidad Nacional del Sur y al Departamento de Agronomía, por su calidad en la enseñanza, y por haberme otorgado las herramientas necesarias para mi formación profesional.

¡A todos ellos muchas gracias!

Resumen

Los cultivos de cobertura son una alternativa que se encuadra dentro del Manejo Integrado de Malezas. Avena y centeno son las dos especies de gramíneas más utilizadas como cultivos de cobertura en el país. Su habilidad para lograr un control eficiente de malezas, se debe, entre otros factores, a la liberación de compuestos alelopáticos. El objetivo general del trabajo fue evaluar el potencial alelopático de estas especies sobre la germinación, emergencia, longitud de plántulas y biomasa producida de las especies maleza receptoras *Amaranthus hybridus*, *Avena fatua* y *Lolium multiflorum*. Los experimentos se llevaron a cabo en el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Se realizó un ensayo para evaluar el potencial alelopático presente en la rizosfera de los suelos de cada CC y otro ensayo para evaluar el potencial alelopático en extractos de tejido aéreo y subterráneo en cada cultivar de avena y centeno. Los resultados obtenidos mostraron inhibición en la germinación y emergencia de *A. hibrydus* por parte de todos los cultivares, Avena Carlota (AC), Avena Juanita (AJ), Centeno Ewald (CEW) y Centeno Emilio (CEM). Para *A. fatua* se encontró que el cultivar AC redujo significativamente la germinación, biomasa y la longitud de plántulas mientras que el cultivar AJ redujo tanto la biomasa como la longitud de plántulas. El cultivar CEW únicamente mostro inhibición significativa sobre la germinación de *A. fatua*. En *L. multiflorum* no se hallaron efectos alelopáticos inhibitorios por parte de los CC. Los resultados obtenidos brindan información preliminar aunque valiosa sobre el potencial efecto alelopático de los cultivares evaluados aportando elementos que pueden servir de guía para el diseño de experimentos de alelopatía a campo.

Palabras clave: malezas, centeno, avena, manejo cultural de malezas,

1. Introducción

1.1 Contexto de la problemática de las malezas

Se define a las malezas como plantas que causan pérdidas económicas, generan daño ambiental, crean problemas de salud para los animales y/o humanos o son indeseables en el lugar donde crecen (WSSA, 2016). Desde el origen de la agricultura, en los agroecosistemas, las malezas compiten por recursos limitados, reducen y perjudican la calidad de la cosecha, y exigen que se inviertan recursos a veces muy elevados en tecnología con el fin de lograr su control (Fernández, 2014). En consecuencia, el control de malezas es uno de los componentes principales del éxito de la producción de cultivos.

En las últimas décadas, el enfoque más implementado en el control de malezas ha sido la utilización de herbicidas. Su alta eficacia condujo a la idea de “erradicación” de malezas, continuamente renovada por el desarrollo de nuevos herbicidas y repetidamente frustrada como consecuencia de la compleja realidad del problema. El intento de sustitución de diversos herbicidas con diferentes MOAs solo ha incrementado notoriamente el número de genotipos tolerantes y/o resistentes a los principios activos más utilizados (Papa, 2011). La resistencia es la capacidad heredable de un biotipo de una planta para sobrevivir a la aplicación de un herbicida, al cual la población original era sensible (Palou *et al.*, 2007). La tolerancia es la capacidad que tienen los individuos de una especie de soportar la dosis de uso de un herbicida debido a características que le son propias (Papa, 2004).

1.2 Cultivos de cobertura como estrategia del Manejo Integrado de Malezas

Actualmente no se puede enfocar la problemática de malezas con medidas o estrategias aisladas, sino que deben enmarcarse dentro de un conjunto de técnicas que permitan prevenir y contener su aparición y no pensar solamente en la eliminación de las mismas en el corto plazo (Metzler, 2015). En este contexto, surge como una de las alternativas que se encuadran dentro del Manejo Integrado de Malezas (MIM), la utilización de cultivos de cobertura que permitan reducir los efectos negativos que las malezas ejercen sobre los cultivos.

Los cultivos de cobertura (CC) son sembrados entre dos cultivos de cosecha, no son incorporados al suelo, pastoreados o cosechados. Los mismos, además de contribuir en el control de malezas, permiten generar otros beneficios sobre los sistemas

agropecuarios, por ejemplo, (i) mejorar el balance de C y fijar N atmosférico, (ii) atenuar los efectos de la erosión eólica e hídrica; (iii) mejorar la captación de agua y reducir encharcamientos/encostramiento; (iv) reducir riesgos de salinización por ascenso capilar desde napas; (v) reducir evaporación incrementando la eficiencia de conservación y disponibilidad de agua en el perfil; (vi) mejorar la actividad biológica del suelo, entre otros (Álvarez *et al.*, 2013).

Los CC pueden ser una herramienta importante para manejar las malezas de manera sostenible porque pueden limitar la lluvia de semillas de las mismas y prevenir su acumulación en el banco de semillas (Baraibar *et al.*, 2018; Brainard *et al.*, 2011; Brennan & Smith, 2005). Sin embargo, la eficacia de un cultivo de cobertura para controlar sustancialmente las malezas puede variar considerablemente, por ejemplo, entre campos sembrados con el mismo cultivo de servicio (Hamilton, 2016). Del mismo modo, el efecto de supresión de malezas puede diferir incluso dentro de la misma especie de CC, dependiendo del año, época de siembra y composición de la comunidad de malezas (Baraibar *et al.*, 2018)

La elección de la especie a sembrar y su manejo varía ampliamente de acuerdo con la problemática a resolver. En la elección de la especie se deben considerar cuatro parámetros: la tasa de descomposición de residuos, la recarga de humedad del perfil, la rotación en la que se incluye el CC y la sincronización entre la mineralización de N acumulado en la biomasa de los CC con los requerimientos del cultivo siguiente (Carfagno *et al.*, 2012). En zonas templadas, diversas especies pueden utilizarse siendo las más frecuentes gramíneas y leguminosas.

Los CC pueden contribuir con el control de malezas mediante la disminución de la emergencia por cambios en el ambiente; la concentración de los flujos de emergencia en el tiempo y el menor crecimiento de las malezas por el efecto “mulch” de la cobertura (Pinto & Piñeiro, 2018). Su habilidad para lograr un control eficiente está relacionada a la cantidad de biomasa que producen, al sombreado que generan en el suelo, el consumo de agua, la competencia por nutrientes y a la liberación de compuestos alelopáticos (Mohler & Teasdale, 1993; Teasdale, 1996). En algunas situaciones, esto permitiría disminuir el número de aplicaciones de herbicidas utilizados durante el barbecho, previo a la siembra del cultivo que sigue en la rotación, y/o disminuir las dosis de postemergencia (Teasdale, 1996).

En el territorio argentino, dentro de las especies gramíneas, las más utilizadas como cultivos de cobertura son el centeno (*Secale cereale*) y la avena (*Avena sativa*):

el primero por su tolerancia al frío, al estrés hídrico y por tener un abundante volumen de residuos que se descomponen más lentamente que el resto de las gramíneas invernales, logrando un importante control de malezas. La segunda, debido entre otras razones, a la disponibilidad de variedades adaptadas a diferentes regiones del país (Bertolotto & Marzetti, 2017). En los últimos años, en el sudoeste bonaerense se han evaluado tanto la utilización de avena como de centeno para CC (Pereira *et al.*, 2017; De Leo *et al.*, 2020).

1.3 Alelopatía: conceptos generales

La alelopatía es una subdisciplina de la ecología química, que se ocupa de los efectos de los productos químicos producidos por plantas o microorganismos, en el crecimiento, desarrollo y distribución de otras plantas y microorganismos en comunidades naturales o sistemas agrícolas (Einhellig, 1995). La alelopatía es una de las formas de interferencia cultivo-maleza que suele confundirse con la competencia. La competencia entre plantas involucra la reducción en la disponibilidad de algún factor del entorno, debido a su utilización por un individuo vegetal, que es requerido también por otra planta que comparte el mismo hábitat. La alelopatía implica la liberación al entorno por parte de una planta de un compuesto químico que ocasiona un efecto sobre otro/s individuo/s (Sampietro, 2003). El término fue utilizado por primera vez por Molisch (1937), para indicar todos los efectos (benéficos o perjudiciales) de dicha interacción.

En todo fenómeno alelopático existe una planta (donante) que libera al medio compuestos químicos al ambiente por una determinada vía (lixiviación, descomposición de residuos, volatilización, exudación, entre otros) los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre germinación, crecimiento o desarrollo de esta última (Sampietro, 2003). En el caso que la planta receptora sea de la misma especie que la planta dadora, la alelopatía se llama autotoxicidad o autoalelopatía (Rice, 1974).

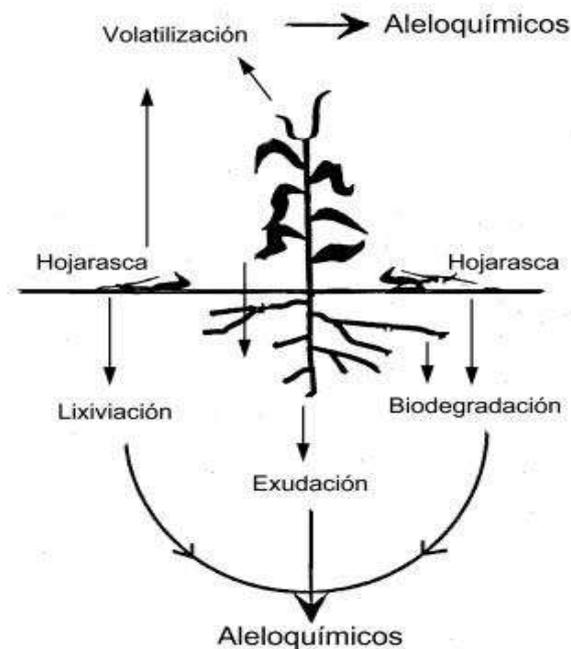


Figura 1. Vías a través de las cuales se liberan agentes alelopáticos al entorno (Fuente: Sampietro, 2003).

Los mecanismos de acción de los compuestos alelopáticos son similares a los de los herbicidas, siendo muchos de ellos complejos y difíciles de identificar, ya que pueden afectar más de una función y provocar efectos secundarios que enmascaran efectos principales (Almeida, 1988). Se incluyen dentro de los mecanismos de acción a los cambios hormonales, inhibición en la asimilación de nutrientes, inhibición de la fotosíntesis y de la respiración, alteración de la permeabilidad de la membrana celular, modificación de la actividad enzimática, entre otros (Sobrero & Acciaresi, 2014).

Los aleloquímicos son sustancias producidas esencialmente como metabolitos secundarios y se agrupan principalmente en 14 grandes categorías (Rice, 1974; Sampietro, 2003; Cheng & Cheng, 2015): compuestos alifáticos, lactonas no saturadas, lípidos y ácidos grasos, terpenoides, glicósidos cianogénicos, compuestos aromáticos, fenoles simples, ácido benzoico y derivados, ácido cinámico y sus derivados, quinonas y derivados, cumarinas, flavonoides, taninos y alcaloides.

Los factores que inducen la producción de aleloquímicos en la planta donante pueden ser divididos en planta-específicos (variedad, estado de desarrollo, tipo de tejido) o de tipo ambiental (tanto bióticos como abióticos) (Cheng & Cheng, 2015). Muchos de estos metabolitos secundarios son sintetizados desde los primeros estadios de crecimiento (defensa constitutiva) como el caso de las interacciones planta-planta de la misma especie. Sin embargo, también pueden ser sintetizados por estímulos

externos, como la presencia de herbívoros que se traducen en una alarma metabólica que disparan o catalizan sus rutas biosintéticas (Tallamy & Raupp, 1991).

En cuanto a su biosíntesis, la mayoría de los metabolitos secundarios considerados compuestos alelopáticos derivan de la ruta del acetato-mevalonato o del ácido shikímico (Sampietro, 2003; Fig. 2). Las concentraciones de estos compuestos en los tejidos varían según el ritmo de biosíntesis, almacenamiento y degradación. También son afectados por los balances internos de reguladores de crecimiento vegetal y otros factores bióticos y abióticos.

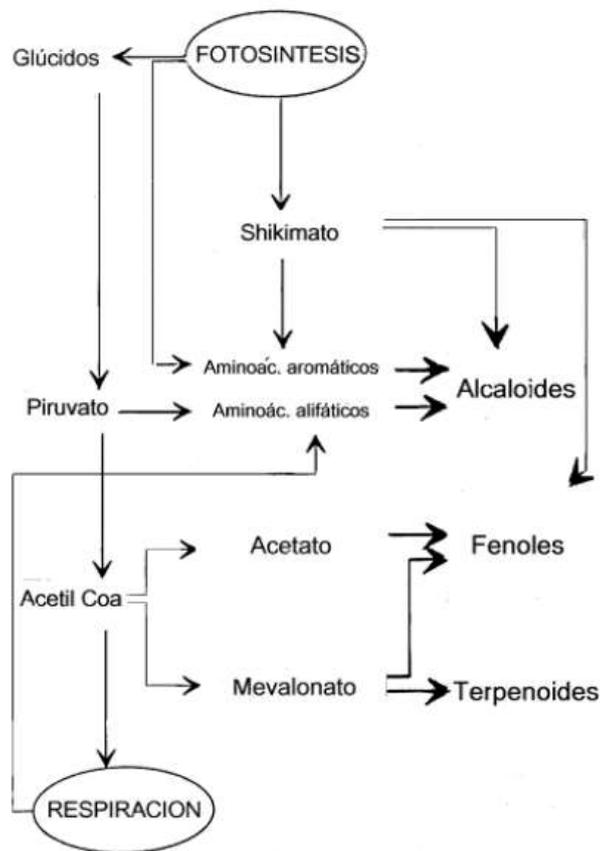


Figura 2. Rutas de biosíntesis de los principales aleloquímicos. (Fuente: Sampietro, 2003)

Las acciones alelopáticas pueden ocurrir de maleza a maleza, de maleza a cultivo, de cultivo a cultivo y de cultivo a maleza. Las últimas mencionadas son las que revisten mayor importancia por su potencial contribución al control de malezas. Dicha interacción no es frecuente en la naturaleza, y se cree que responde a la selección antrópica a que los mismos han sido sometidos a lo largo de los años (Durigan & Souza de Almeida, 1993; Almeida 1988; Da Silva *et al.*, 2007).

1.4. Efecto alelopático de cultivos

Se han identificado cultivares de trigo con efecto supresor del crecimiento debido a la liberación de agentes alelopáticos a través de exudados de raíces en *Chenopodium album* (Dahiya *et al.*, 2017). También, en cultivares de trigo chilenos, se ha constatado efecto inhibitorio en *Spergula arvensis*, *Rumex acetosella*, *Avena fatua* y *Vulpia bromoides* (Bensch *et al.*, 2009) En experimentos con extractos acuosos de raíces y semillas de cebada (*Hordeum vulgare*) se ha encontrado que tienen efectos inhibitorios en la germinación y desarrollo de *Stellaria media* y *Capsella bursa-pastoris* (Almeida 1988; Blanco, 2006).

En avena y centeno, las dos principales especies utilizadas como cultivos de cobertura en el país, también se ha encontrado efecto alelopático que contribuye al control de malezas. Restos de cultivos de avena y centeno presentan efecto alelopático reduciendo la intensidad de infestación de algunas malezas como *Brachiaria plantaginea*, *Cenchrus echinatus* y *Euphorbia heterophylla* (Moura Pires & Rodríguez Oliveira, 2001; Silva *et al.*, 2001). Otras malezas como *Echinochloa crus-galli*, *Lactuca sativa*, *Lepidium sativum*, *Nicotiana tabacum* y *Setaria verticillata*, *Solanum ptycanthum*, *Setaria glauca* también han mostrado respuesta inhibitoria ante la presencia de restos de centeno (Deuber, 2003, Sobrero & Acciareci, 2014., Dhima *et al.*, 2006, Creamer *et al.*, 1996). Extractos acuosos de semillas y raíces de *centeno* tienen efectos inhibitorios sobre la germinación de *S. media* y *C. bursa-pastoris* sin afectar el cultivo del trigo (Overland, 1966). En Chile, la liberación de compuestos alelopáticos y el sombreado provocado por la utilización de mulch de centeno, ha dado altos controles de las malezas *Cyperus esculentus*. y *Cynodon dactylon* (Ormeño *et al.*, 2008).

2. Hipótesis general

La avena y el centeno ejercerán efecto alelopático supresor de la germinación, emergencia y crecimiento inicial del raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.), avena negra (*Avena fatua* L.) y yuyo colorado (*Amaranthus hibrydus* L.).

2.1. Objetivos específicos

- Evaluar el potencial alelopático del suelo extraído de la rizosfera de los cultivos de cobertura de avena y centeno y su efecto sobre la germinación, emergencia y longitud de plántulas de avena fatua, raigrás y yuyo colorado.
- Evaluar el potencial alelopático de extractos vegetales de los cultivos de cobertura sobre la germinación y emergencia de avena fatua, raigrás y yuyo colorado.
- Evaluar el potencial alelopático de los extractos vegetales de los cultivos de cobertura sobre la longitud y biomasa de plántulas de avena fatua, raigrás y yuyo colorado.

3. Materiales y métodos

3.1 Especies malezas utilizadas

Se utilizaron semillas de raigrás anual (*L. multiflorum*), avena negra (*A. fatua*) y yuyo colorado (*A. hibrydus*) como especies receptoras. Las primeras fueron enviadas desde la estación experimental del INTA Bordenave, mientras que las dos últimas pertenecían a la colección de la cátedra de Malezas del Dpto. de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur.

3.1.1. *Amaranthus hybridus* L.

Amaranthus hybridus (“yuyo colorado”) es una especie anual de origen sudamericano que se reproduce por semillas (Fig. 3). Pertenece a la familia de las Amarantáceas, que comprende más de 60 especies entre las que se encuentran algunas comestibles, difundidas en las regiones cálidas y templadas (Burkart 1978).

Su hábito de crecimiento es erecto, de 0,5-1,6 m de alto. Desarrolla un tallo verde o con tonalidades rojizas, esparcidamente viloso a glabro, muy ramificado y estriado. Las hojas son de forma ovada, rómbicas u ovado-elípticas, de 1-9 cm de largo * 0,6-6 cm de ancho, con tonalidades rojizas o amarillentas, cartáceas, algo coriáceas, esparcidamente vilosas a glabras. Poseen base obtusa, margen entero a ligeramente crenado y ápice angostamente corto-acuminado. Los pecíolos son de 1-7 cm de largo. Su inflorescencia se encuentra en espigas terminales y axilares. Las panículas y glomérulos son axilares cortos, verdes, con tonalidades rojizas o totalmente rojas. Su fruto es un utrículo subgloboso de 1,5-2 mm de largo * 0,8- 1,1 mm de ancho, rugoso, tridentado, corrugado a esponjoso. Produce semillas de 1-1,3 mm de diámetro, lenticulares en sección transversal, brillantes y con una coloración marrón a vinotinto. (Carmona Pinto & Orsini Velásquez, 2010).

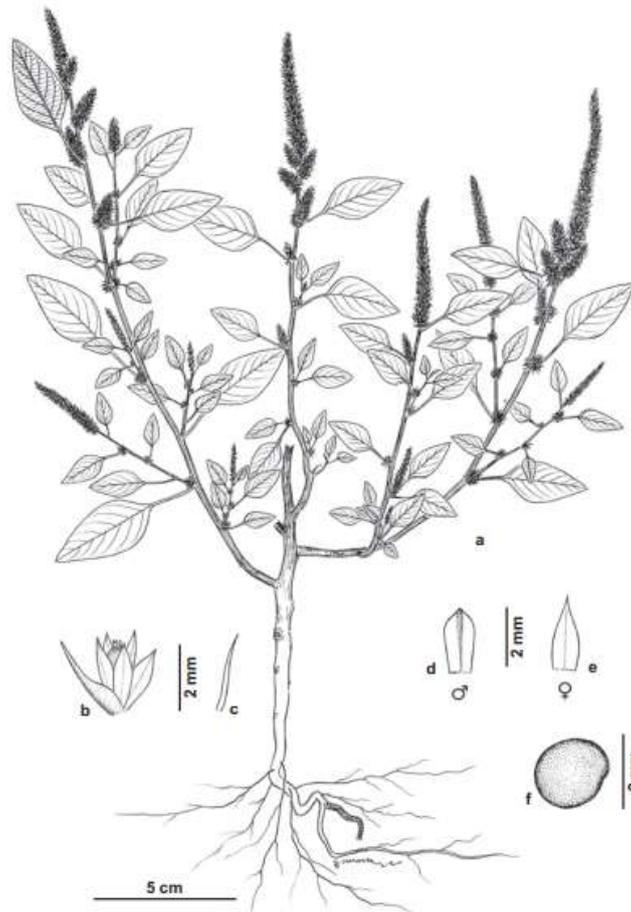


Figura 3. *Amaranthus hybridus*. a. Rama reproductora. b. Detalle de la flor. c. Bráctea. d. Sépalo de la flor masculina. e. Sépalo de la flor femenina. f. Semilla (Carmona Pinto & Orsini Velásquez, 2010).

3.1.2 *Avena fatua* L.

Avena fatua L. (“avena negra”, “avena guacha”, “avena loca”, “cebadilla”, “avenilla”, “avena mora”) es una planta anual perteneciente a la familia de las Poáceas (gramíneas). Si bien presenta un patrón de emergencia otoño-invierno-primaveral (Gigón *et al.*, 2015) la ventana de emergencia es amplia. Posee tallos glabros de 30-150 cm con hojas que pueden tener hasta 45 cm de longitud por 5-15 mm de ancho. Carece de aurículas y la lígula membranosa mide entre 3 y 6 mm. La inflorescencia es una panoja abierta en todos los sentidos de hasta 40 cm de alto (Aibar Lete, 1990). Las espiguillas desarrollan 2-3 flores, casi completamente cubiertas por las glumas. Estas últimas poseen de 7 a 9 nervios (Aizpuru *et al.*, 1999; Fig. 4).

Es la maleza más importante en cultivos de trigo y cebada del S-SO de Buenos Aires, tanto por los efectos en el rendimiento del cultivo como por los gastos que ocasiona su control (Vigna *et al.*, 2013)

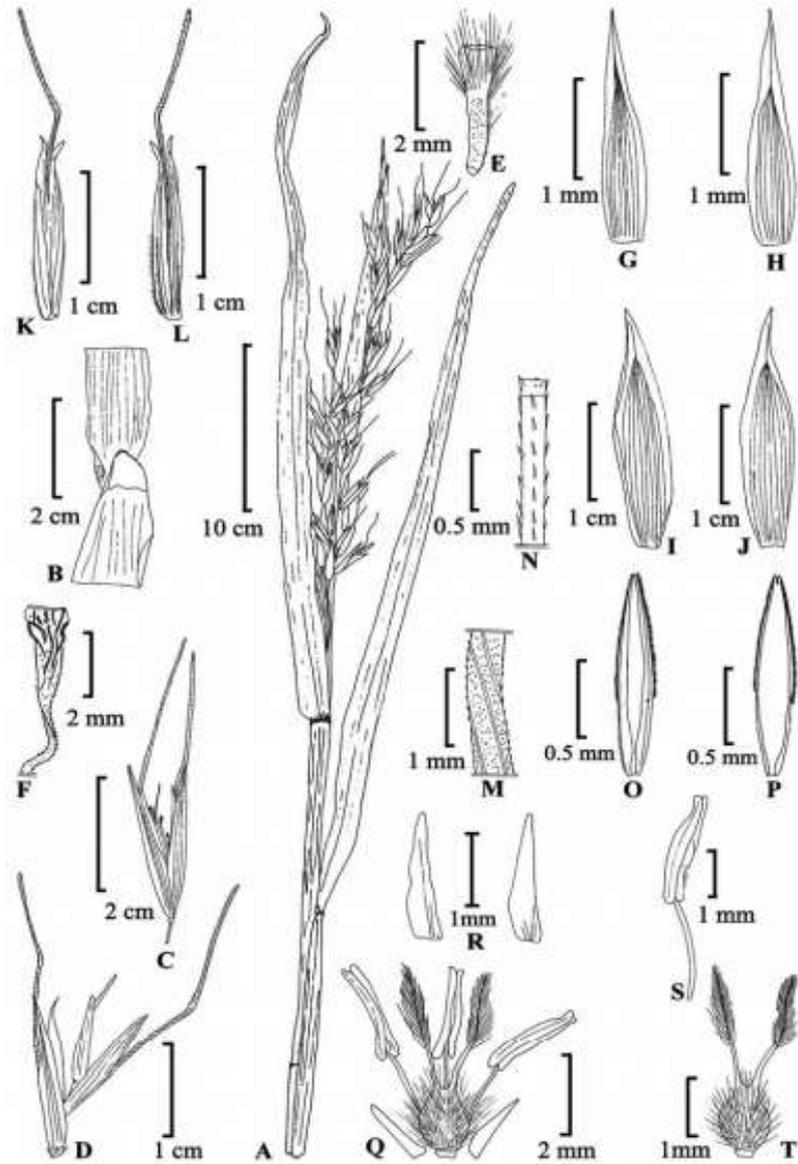


Figura 4. *Avena fatua* L.: A. Habito de crecimiento; B. Lígula; C. Espiguilla; D. Aristas; E. Raquilla; F. Pedicelo; G. Gluma (parte inferior) (Adaxial); Gluma (parte inferior) (Abaxial); I. Gluma (parte superior) (Adaxial); J. Gluma (parte superior) (Abaxial); K. Lemma (Adaxial); L. Lemma (Abaxial); M. Vaina; N. Cerdas; O. Palea (Adaxial); P. Palea (Abaxial); Q. Estambres y pistilo; R. Lodiculos; S. Estambre; T. Pistilo. (Devi *et al.*, 2016)

3.1.3 *Lolium multiflorum* Lam.

Lolium multiflorum (“raigrás anual”, “raigrás italiano” “lolium”) es una especie anual perteneciente a la familia de las Poáceas (gramíneas) que presenta un ciclo otoño-

invierno-primaveral (*Bezic et al.*, 2011). Las plantas miden entre 30 a 100 cm de altura. Sus hojas de prefoliación convoluta, tienen láminas de 8 a 20 cm de longitud * 3-8 mm de ancho. Las espigas son rectas o ligeramente curvadas, con una longitud de 10 a 28 cm, donde se disponen las espiguillas que presentan más de 10 flores (típicamente de 11 a 22 flores). Sus lemmas frecuentemente son aristadas, pero existen variantes místicas (*Gigón et al.*, 2017; Fig. 5). Comparado a las otras especies del mismo género, por ser la especie que mayor número de flores por espiguilla presenta, su epíteto específico es *multiflorum* (*Caro et al.*, 1978; *Inda Aramendía*, 2005).

Con frecuente presencia en barbechos y cultivos de gramíneas de invierno del SO de Buenos Aires (trigo y cebada principalmente) se ha transformado en una de las principales malezas de la zona (*Catullo*, 1982; *Istilar*, 1991; *Scursoni*, 1994).

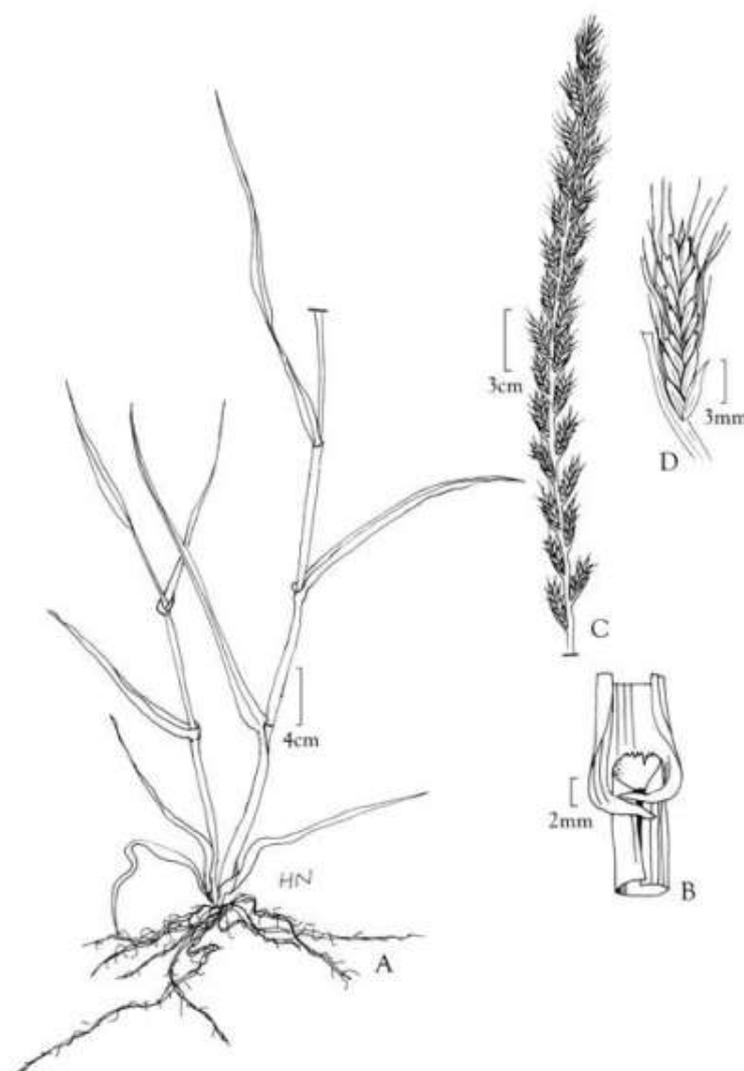


Figura 5. *Lolium multiflorum*. A. Habito y porte. B. Vaina, lígula y aurículas. C. Espiga. D. Espiguilla. (*Ibrahim & Peterson*, 2014).

3.2. Ensayos de laboratorio

Los ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Malezas del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. Se utilizaron dos cultivares de avena cultivada (Juanita y Carlota) y dos de centeno (Ewald y Emilio; Fig. 6) colectados en la EEA-INTA Bordenave, Buenos Aires (37°50'55"S 63°01'20"O). Durante dos semanas, el material vegetal se dejó secar a temperatura ambiente hasta peso constante previo al inicio de los ensayos.

3.2.1. Ensayo de germinación y emergencia con suelo extraído de la rizosfera de los CC

El suelo adherido a las raíces del material vegetal fue cuidadosamente extraído y tamizado para luego ser guardado en bolsas debidamente rotuladas hasta el momento del ensayo. Se utilizó suelo testigo extraído del campo experimental del Departamento de Agronomía UNS (textura arenosa-franca bien drenada, 1,1 % de MO y pH 7,7) (Fig. 7).

Las semillas de raigrás anual y avena negra fueron enterradas a 1 cm de profundidad en macetas plásticas de 450 cm³. Las semillas de yuyo colorado, debido a su pequeño tamaño, fueron colocadas sobre la superficie (Fig.8). Se tapó las macetas con papel film para que no pierdan humedad y se las introdujo en una cámara de germinación a 25 °C (Fig. 9). Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones (45 unidades experimentales en total). Diariamente, las macetas fueron rotadas dentro de la cámara a fin de lograr una iluminación homogénea en todos los tratamientos. Al cabo de tres semanas se retiraron las macetas de la cámara de germinación y se procedió a realizar las mediciones de germinación, emergencia y longitud de plántulas (Fig. 10).

3.2.2. Ensayo con extractos vegetales de CC sobre germinación, emergencia y crecimiento inicial de plántulas de malezas

3.2.2.1. Elaboración de los extractos

La parte aérea y subterránea de cada cultivar a evaluar fue triturada utilizando un cutter de mano para luego almacenarla a temperatura ambiente en bolsas debidamente rotuladas. Las muestras fueron pesadas en balanza de precisión para

determinar la biomasa disponible de cada variedad de cultivo de cobertura. Las muestras se separaron en parte aérea y radical (Tabla 1).

Tabla 1. Biomasa aérea y de las raíces de cada cultivar de avena y centeno colectados en EEA INTA Bordenave.

Cultivar	Biomasa aérea (g)	Biomasa radical (g)
Avena Carlota (AC)	60	26
Avena Juanita (AJ)	54	14
Centeno Ewald (CEW)	68	14
Centeno Emilio (CEM)	58	12

Para el armado de los extractos, se diluyó en agua destilada la parte aérea y subterránea previamente triturada de cada cultivar. Las diluciones se hicieron en bidones plásticos y la concentración fue de 7,5 % (p/v) (Petcu *et al.*, 2017). Se agitó cada bidón durante 10 minutos para luego ser almacenado bajo condiciones de oscuridad, donde se lo dejó reposar por un lapso de 48 horas (Fig.11).

3.2.2.2. Diseño experimental

Se realizaron dos ensayos, el primero con el fin de evaluar el efecto de cada extracto sobre la germinación de semillas de las tres malezas. En el segundo se cuantificó la emergencia, longitud y biomasa de las plántulas de las tres especies. En ambos casos, se evaluaron cuatro tratamientos (resultado del extracto de cada cultivar) más un testigo sin extracto. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con tres repeticiones (N= 45; 5 tratamientos* 3 especies*3 repeticiones).

Para el ensayo de evaluación de la germinación se colocaron 25 semillas de cada maleza por caja de Petri (UE). Las cajas conteniendo suelo testigo (sin sustancias alelopáticas) se regaron con una única alícuota de 10 ml de extracto vegetal (Fig. 12).

Para el segundo ensayo se utilizaron semillas pregerminadas durante 7 días bajo condiciones de 12 horas de luz y 25°C. Una vez producida la germinación de las malezas, se procedió a trasplantarlas a cada maceta.

Para el armado de macetas se utilizaron recipientes plásticos, agujereados en la base para permitir el ascenso de agua por capilaridad. Cada una de ellas fue rellena con suelo testigo tamizado.

Cada maceta (UE) se acondicionó y raleo a fin de asegurar 10 plántulas de la maleza. Cada UE se regó con 10 ml de extracto en tres oportunidades con un lapso de

3 días entre cada aplicación. Una semana después de la última dosificación se procedió a realizar las mediciones pertinentes. Para la medición de la biomasa se utilizó una balanza analítica ($\pm 0,0001g$). Para la medición de longitud promedio se usó una regla de mano.

3.4. Análisis estadísticos

Todas las variables medidas fueron evaluadas mediante análisis de la varianza (ANOVA) seguido por el test LSD de Fisher. Se utilizó el software estadístico Infostat®.



Figura 6. Cultivares de centeno y avena enviados desde la experimental del INTA Bordenave.



Figura 7. Suelo del predio de Agronomía tamizado.



Figura 8. Macetas rellenas con suelo tamizado, previo a la siembra de semillas de malezas.



Figura 9. Macetas cubiertas con papel film dentro de la cámara de germinación.

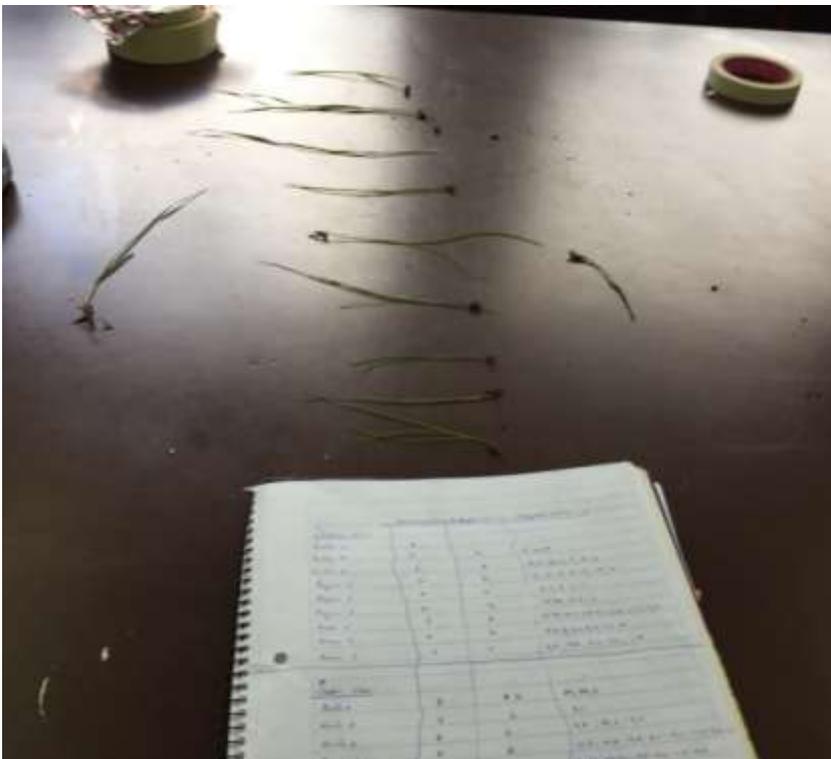


Figura 10. Toma de mediciones de longitud (cm) sobre plántulas de raigrás anual.



Figura 11. Bidones conteniendo los extractos formados a partir de agua destilada y material vegetal de cada CC.



Figura 12. Cajas de Petri sembradas con semillas de *A. fatua*

4. Resultados

4.1. Ensayo utilizando el suelo de cada cultivo de cobertura

En *A. fatua* no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables biológicas estudiadas. Sin embargo, existió una tendencia a disminuir los porcentajes de germinación en los tratamientos AJ, AC y CEM (Fig. 13). En raigrás, el análisis arrojó diferencias significativas ($p < 0,05$) en la germinación de semillas (Fig. 14) y emergencia de plántulas (Fig. 15) entre los distintos tratamientos observándose un efecto de estímulo en el caso del cultivar CEM.

En el caso de yuyo colorado no se observaron diferencias en los porcentajes de germinación entre tratamientos ($p > 0,05$). Contrariamente, se observó una reducción en la emergencia de *Amaranthus* ($p < 0,05$) (Fig.16) y una tendencia a la reducción de la longitud de las plántulas en los tratamientos AC, AJ y CEM, aunque no llegó a ser estadísticamente significativa (Fig. 17).

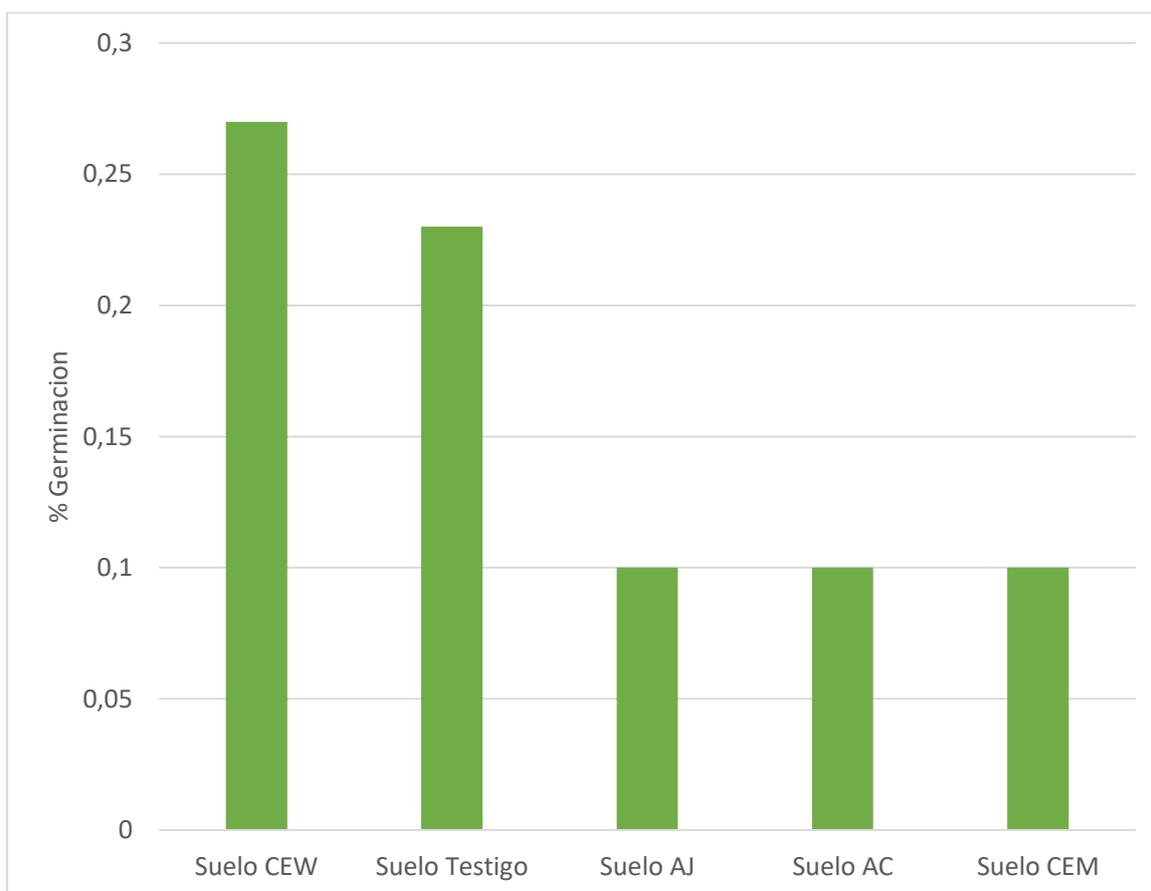


Figura 13. Germinación (%) de semillas de *A. fatua* en suelos de los distintos tratamientos. No se encontraron diferencias significativas en el test de LSD Fisher.

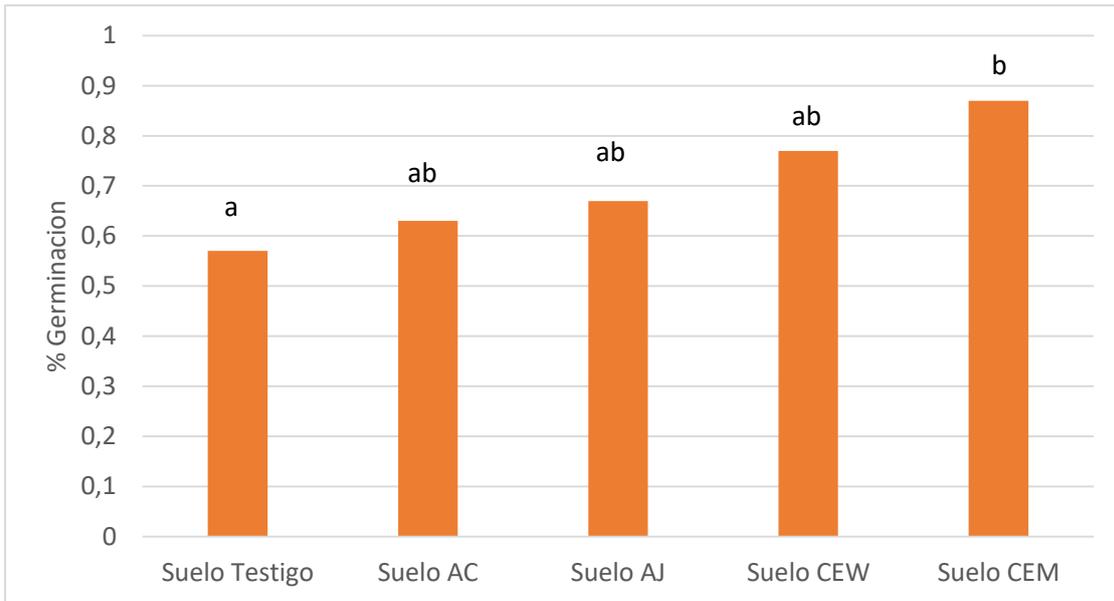


Figura 14. Germinación (%) de semillas de *L. multiflorum* en suelos de los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test LSD de Fisher.

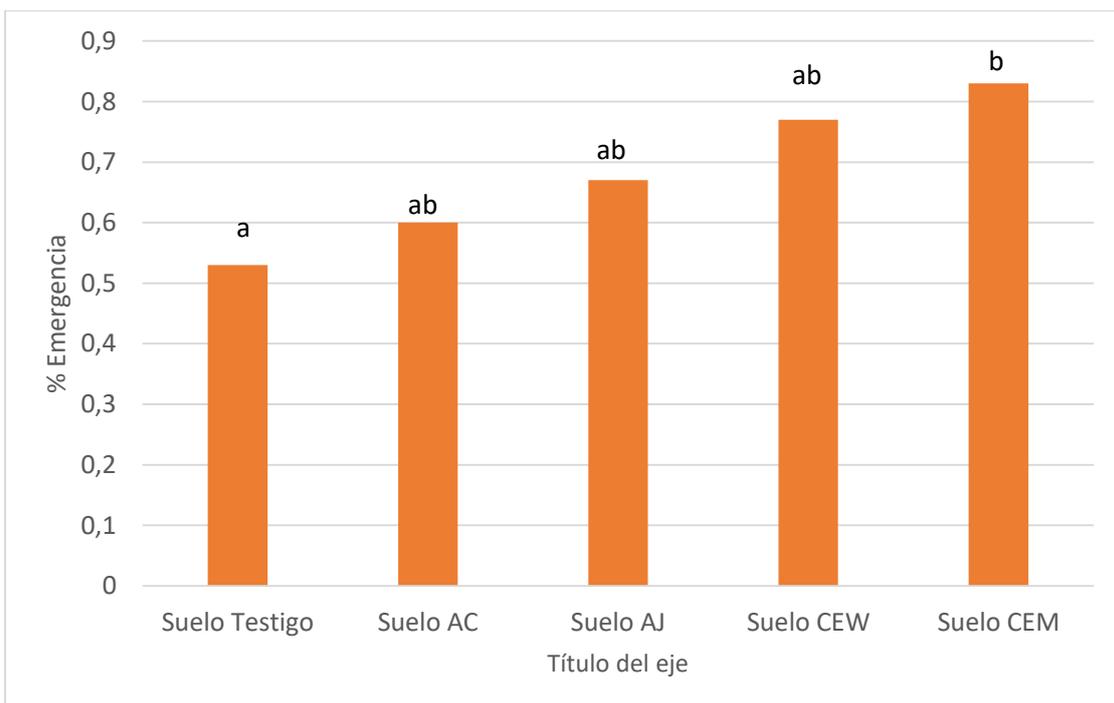


Figura 15. Emergencia (%) de plántulas de *L. multiflorum* en suelos de los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test LSD de Fisher.

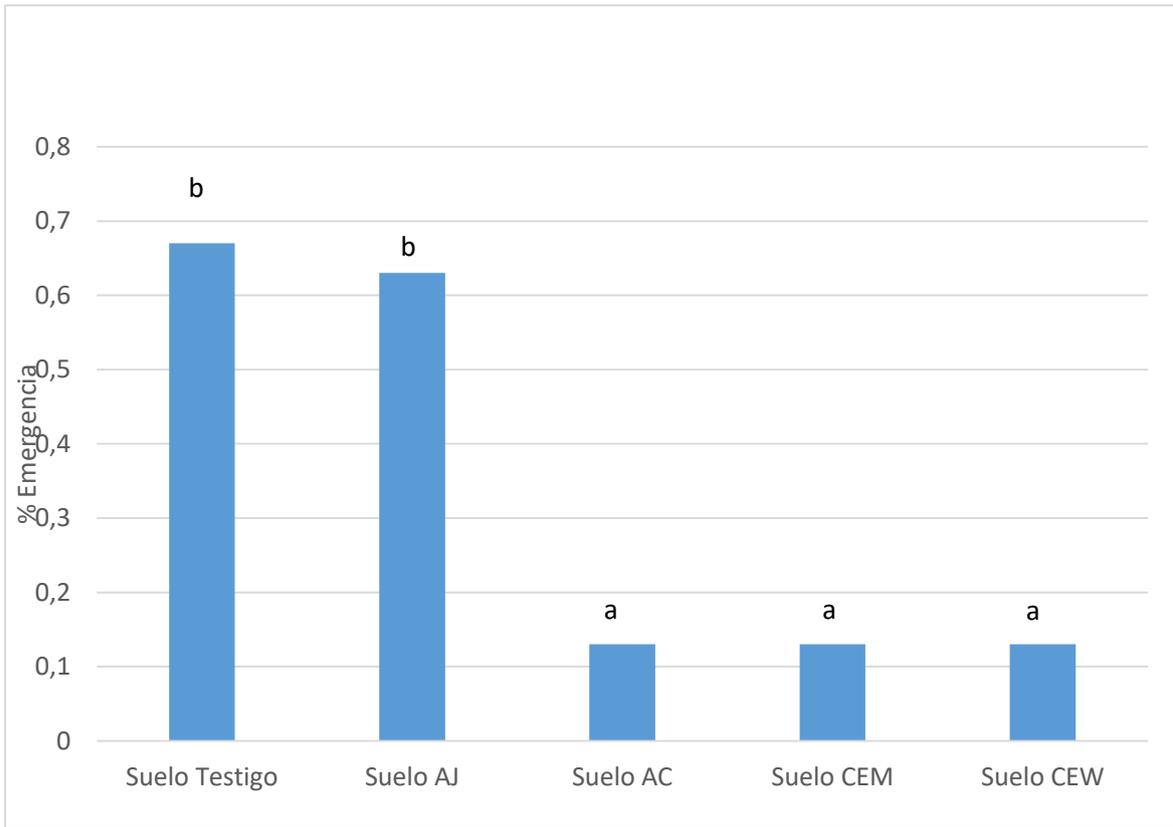


Figura 16. Emergencia de plántulas de *A. hybridus* en suelos de los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.

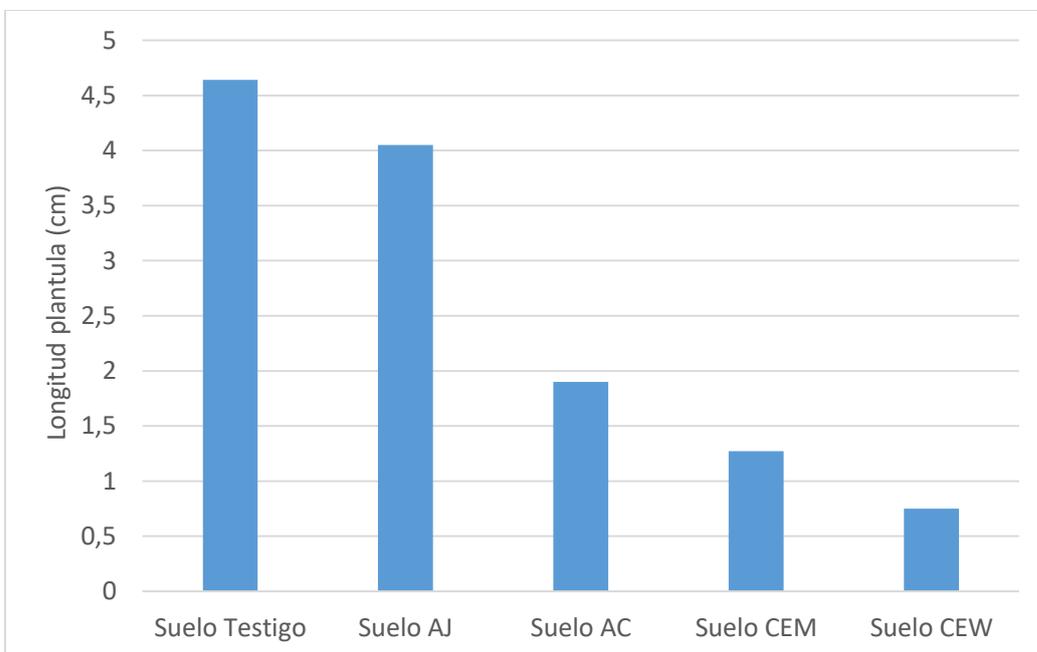


Figura 17. Longitud de plántulas emergidas de *A. hybridus* en suelos de los distintos tratamientos. Se observa una menor longitud de plántulas en suelos AC, CEM y CEW. No se encontró diferencias significativas según el test de LSD Fisher.

4.2. Ensayo con extractos vegetales de CC sobre germinación, crecimiento de plántulas y biomasa total producida de las especies maleza receptoras.

4.2.1. *Amaranthus hybridus*

Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los distintos tratamientos en cuanto al porcentaje de germinación de la especie. Los tratamientos AC y CEM fueron los que mayor diferencia presentaron con respecto al testigo. (Fig.18).

En lo que respecta al porcentaje de plántulas emergidas, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. No obstante, se observa una reducción en el porcentaje de plántulas vivas en los tratamientos AC, CEM y CEW con respecto al tratamiento testigo (Fig 19).

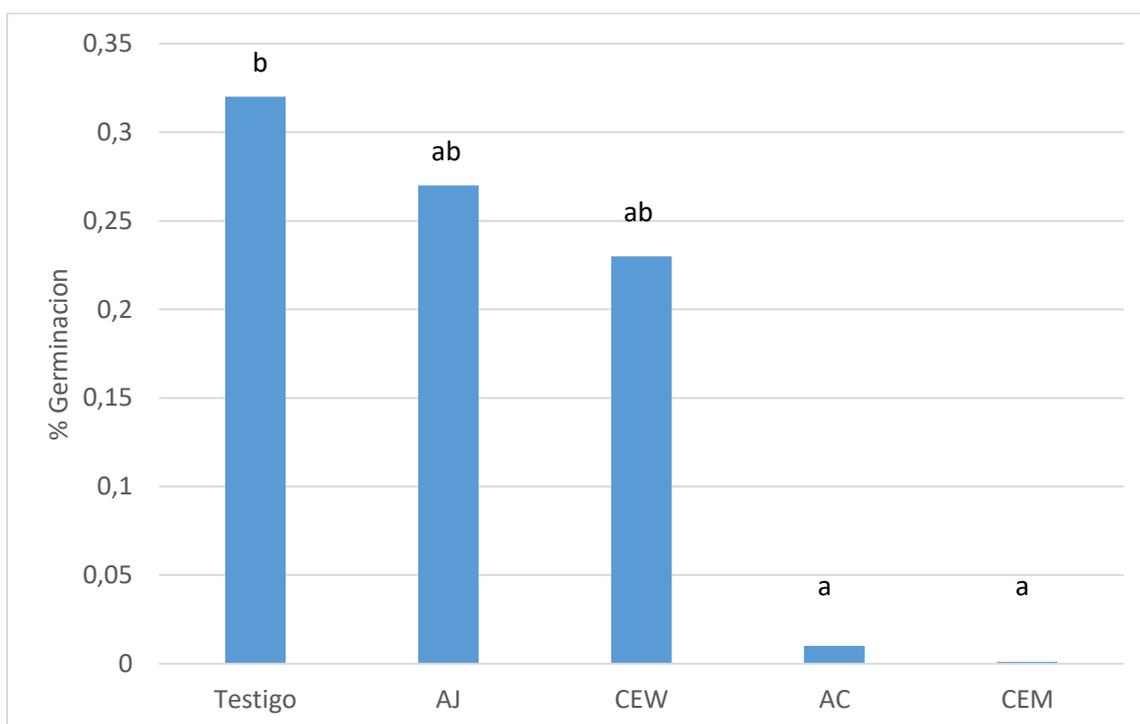


Figura 18. Porcentaje de semillas germinadas de *A. hybridus* en cajas de Petri bajo los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.

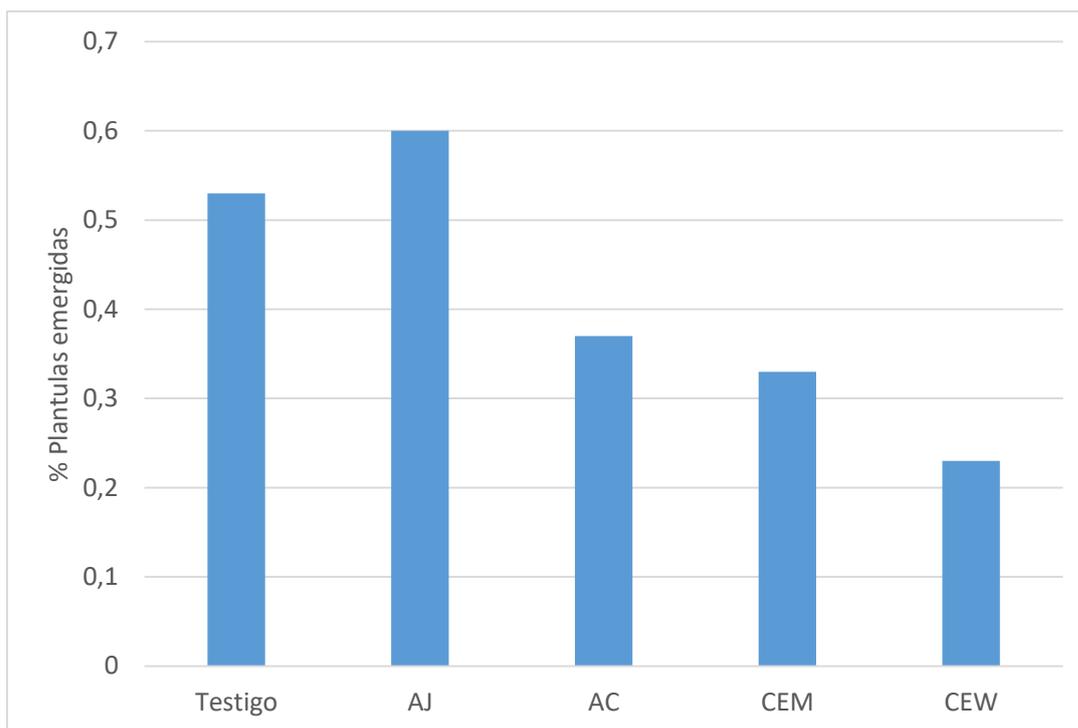


Figura 19. Porcentaje de plántulas emergidas de *A. hybridus* en los distintos tratamientos. No se encontraron diferencias significativas en el test de LSD Fisher.

4.2.2. *Avena fatua*

Se observaron diferencias significativas tanto en la ($p < 0.05$) en la longitud (cm) de plántulas, biomasa producida y germinación de semillas entre los distintos tratamientos.

El porcentaje de germinación de semillas fue mayor en el tratamiento Testigo en relación a los tratamientos correspondientes a cada CC (Fig 20). AC presentó el menor porcentaje de germinación de semillas, siendo un 47% menor que el Testigo. Por su parte, la longitud de las plántulas se vio reducida ($p < 0,05$) en AJ, AC y CEM respecto del testigo (Fig. 21). La biomasa promedio fue menor por efecto de los extractos de avena respecto del testigo (Fig. 22) Se observa que la reducción en el porcentaje de biomasa producida fue de 38.02% en AJ y 43.66% en AC, en relación al testigo.

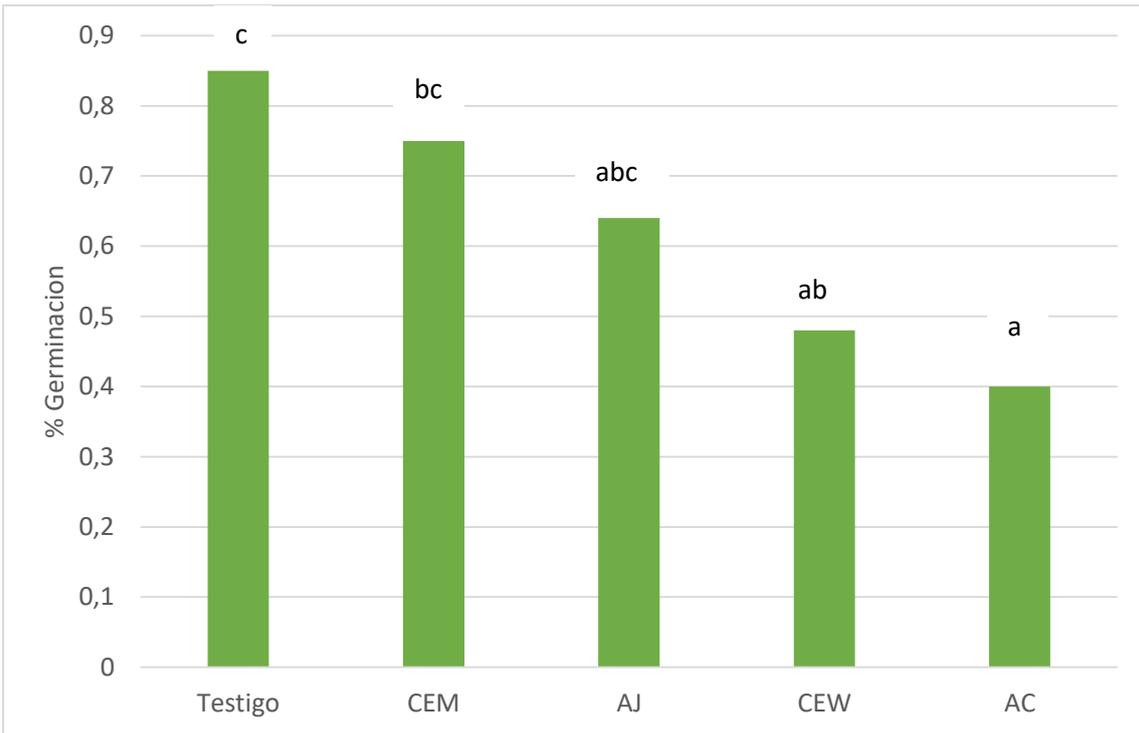


Figura 20. Porcentaje de semillas germinadas de *A. fatua* en cajas de Petri bajo los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.

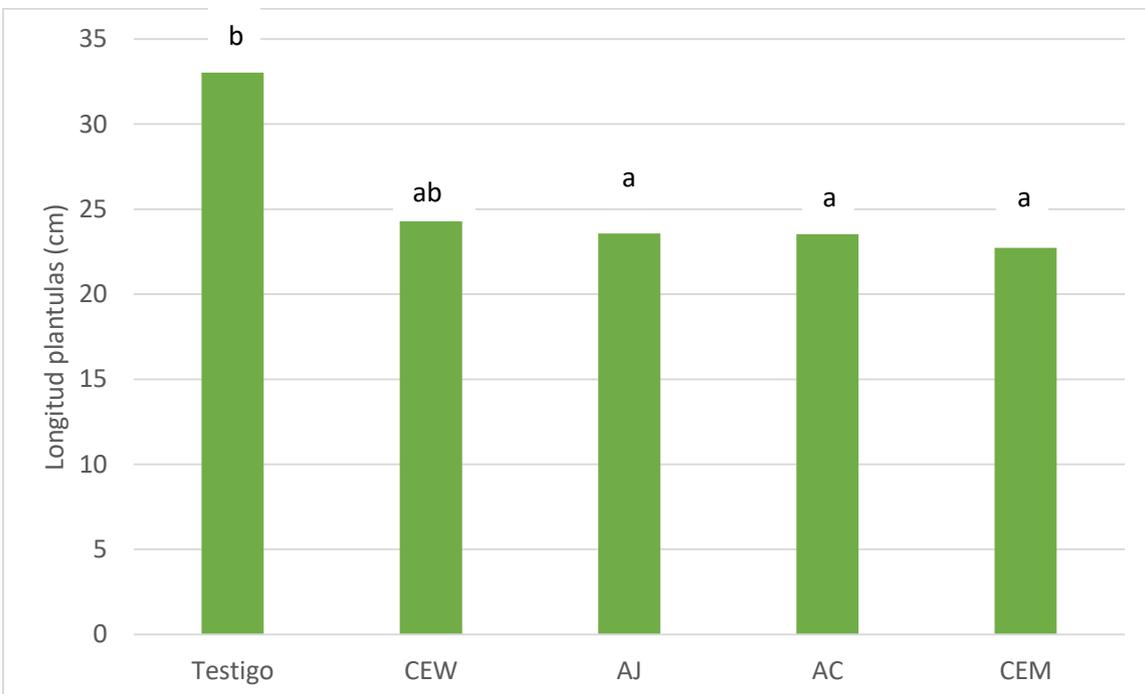


Figura 21. Longitud de las plántulas de *A. fatua* en los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.



Figura 22. Biomasa producida de las plántulas de *A. fatua* bajo los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.

4.2.3. *Lolium multiflorum*

En el análisis estadístico no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los distintos tratamientos en cuanto al porcentaje de germinación de semillas. Sin embargo, se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la biomasa producida (g) y longitud de las plántulas entre el tratamiento CEM y el resto de los tratamientos (Figuras 23 y 24). En tal caso se observó un efecto de estímulo de los extractos del CEM sobre ambas variables.

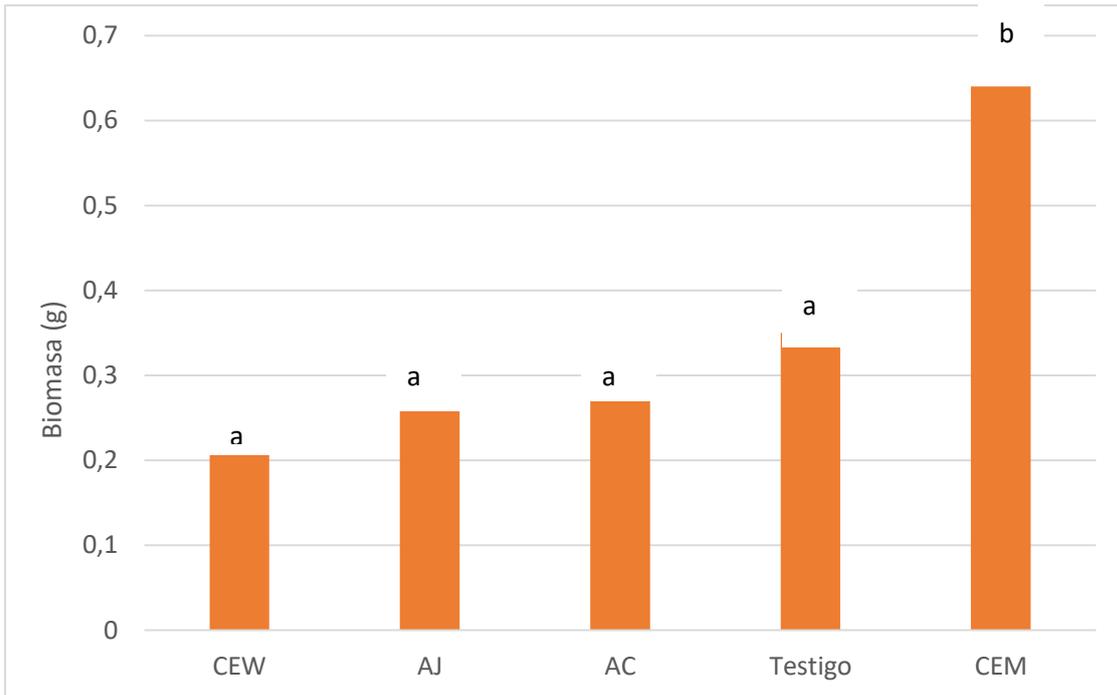


Figura 23. Biomasa producida de las plántulas de *L. multiflorum* en los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.

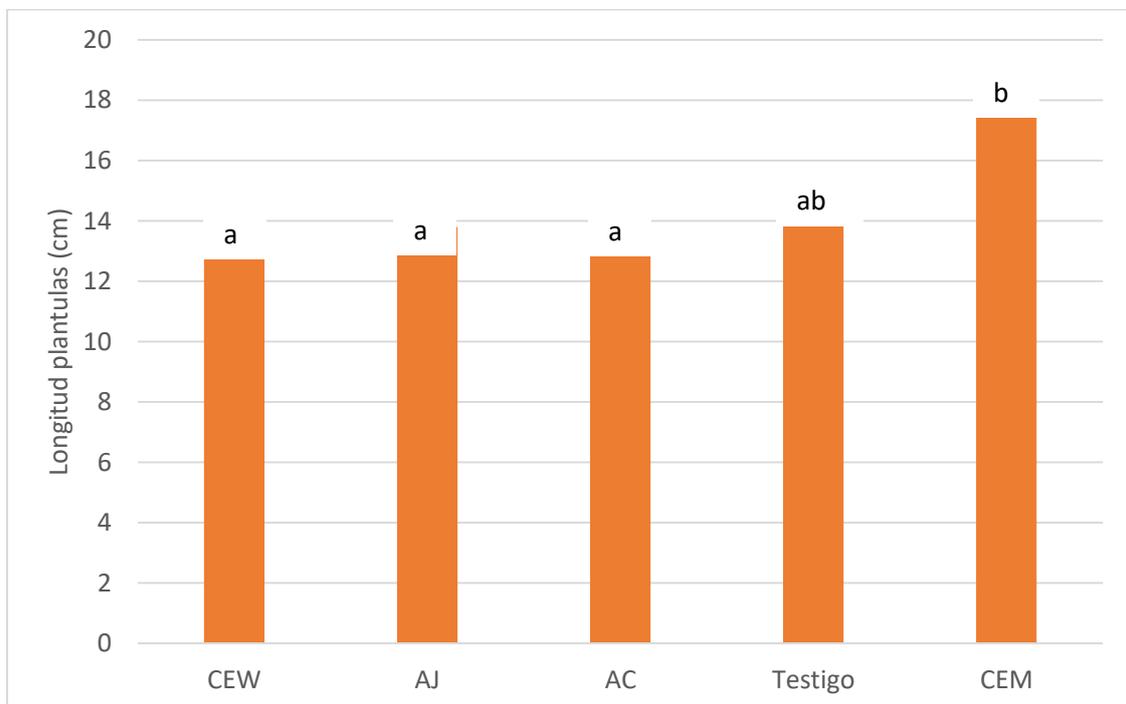


Figura 24. Longitud de las plántulas de *L. multiflorum* en los distintos tratamientos. Letras iguales no son diferentes significativamente según el test de LSD Fisher.

5. Discusión

5.1 *Amaranthus hybridus*

Los resultados mostraron que los tratamientos AC, CEM y CEW fueron los que mayor efecto inhibitorio tuvieron en la germinación de semillas de la maleza. Un comportamiento similar se observó en la emergencia de plántulas, en los cuales fueron los tratamientos AC, CEM y CEW los que afectaron en mayor medida a la misma. Con respecto a la longitud de plántulas, y tal lo expuesto en los resultados, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero se pudo observar una tendencia a ser menor en los mismos tratamientos mencionados anteriormente. El hecho de que se haya encontrado mayor reducción en la germinación y emergencia y no así en la longitud de plántulas, posiblemente este asociado a lo expuesto por Khalid *et al.* (2002), quien propone que en *Amaranthus*, las raíces son más sensibles a compuestos alelopáticos que los brotes.

Los resultados obtenidos coinciden con otros ensayos en los que se ha encontrado inhibición alelopática de especies maleza del género *Amaranthus*. Einhellig & Rasmussen (1973) encontraron que los extractos acuosos de *Rumex crispus* inhibían el crecimiento de *Amaranthus retroflexus*. Deuber (2003) cita inhibición de especies del género *Amaranthus* en interacción con *Cyperus rotundus*. Por su parte, Yarnia *et al.* (2009) hicieron experimentos utilizando distintas concentraciones de extractos acuosos (5%, 10%, 15% y 20%) de sorgo y obtuvieron que la germinación era inhibida cuando se regaban semillas de *A. retroflexus* utilizando extractos al 20%. Sin embargo, otras variables como crecimiento mínimo, altura y biomasa fueron inhibidas con todas las concentraciones de los extractos, siendo mayor el efecto inhibitorio al aumentar la concentración de los mismos. Barnes & Putnam (1987) lograron identificar y aislar 2,4-dihidroxi-1,4-(2H)-benzoxazin-3-ona (DIBOA) y 2-(3H)-benzoxazolinona (BOA), dos compuestos fitotóxicos de tejidos de centeno, y mostraron que ambos produjeron una reducción en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas en semillas de *A. retroflexus*.

En todos los ensayos el tratamiento AJ no fue diferente significativamente del tratamiento Testigo. La posibilidad de que exista diferencia en la capacidad alelopática entre variedades de una misma especie es compatible con lo encontrado por Dilday *et al.* (1998), quienes identificaron para el cultivo de arroz 412 muestras entre 12.000 muestras originadas en 31 países con potencial alelopático contra *Heteranthera limosa* (sw.) Willd. Estas muestras eran genéticamente diversas indicando que el potencial alelopático está ampliamente presente en el germoplasma de arroz. Se ha encontrado

también una acción alelopática diferencial entre genotipos de trigo hacia *Lolium rigidum*, *Bromus japonicus* y *Chenopodium album* (Acciaresi & Sarandón, 2000). Por otra parte, genotipos silvestres de *Triticum speltoides* ha demostrado efectos inhibitorios sobre *Sisymbrium orientale* (Acciaresi y Sarandón, 2000). Esta característica diferencial entre variedades reviste importancia agronómica ya que podría ser utilizada para diseñar rotaciones donde se utilicen plantas que posean selectivamente alelopatía hacia ciertas especies de malezas y que no interfieran apreciablemente con el cultivo (Putnam & Duke, 1978).

5.2. Avena fatua

Los resultados obtenidos no permiten mostrar que *A. fatua* sea susceptible a compuestos alelopáticos asociados a la rizosfera del suelo de los cultivos de cobertura. No obstante, existieron diferencias significativas entre tratamientos cuando se regaron semillas y plántulas de la maleza con extractos vegetales de cada CC, pudiéndose observar que los tratamientos AC y AJ ejercieron efecto inhibitorio en la longitud de las plántulas y la biomasa producida. Por su parte, el extracto vegetal CEM afectó únicamente la longitud de las plántulas, mientras que el extracto de CEW redujo la germinación. Lo anterior coincide con Pérez (1990), quien cita la existencia del aleloquímico ácido hidroxámico en exudados radicales de *Triticum aestivum* como inhibidor del crecimiento de *A. fatua*. Los exudados radicales reducen la germinación y el crecimiento aéreo y radical, la incorporación de nutrientes y la nodulación (Vidal Ferruz, 2005). La cantidad y la naturaleza química de los aleloquímicos liberados por esta vía difieren con la especie, con la edad de la planta, temperatura, luz, disponibilidad de nutrientes, actividad microbiana de la rizósfera y composición del suelo en el que se encuentran las raíces (Durigan & Souza de Almeida, 1993; Almeida 1988; Vidal Ferruz 2005). Los aleloquímicos presentes en exudados radicales sufren rápidas transformaciones en el suelo (Sobrero & Acciaresi, 2014) a diferencia de aquellos que son producto de la descomposición de residuos vegetales, los cuales deberían ser considerados a la hora de la implementación de un sistema de siembra directa de cultivos, ya que la acción alelopática del residuo en descomposición puede tener un efecto nocivo sobre la emergencia, crecimiento, productividad del cultivo siguiente en la rotación y pueden afectar de igual manera a las malezas presentes (Sampietro, 2003). Esto podría explicar la falta de respuestas inhibitoria de *A. fatua* con suelo de la rizosfera de los cultivos de cobertura.

Otros experimentos usando extractos acuosos de cultivos han obtenido resultados similares. Kohli *et al.* (1998), utilizando extractos de rizomas y de parte aérea de trigo salvaje (*Agropyron repens*), lograron retardar la germinación y reducir el crecimiento de la raíz de especies del genero *Avena*. En Chile, Bensch *et al.* (2009), evaluaron el potencial alelopático en exudados radicales de 50 cultivares de trigo sobre cuatro malezas, entre ellas *A. fatua*, y encontraron que hubo casos extremos donde el porcentaje de inhibición del largo radical alcanzo valores de 74% en relación al testigo. Turk & Tawaha (2002), elaboraron extractos acuosos de distintas concentraciones a partir de hojas, tallos, flores y raíces de *Brassica nigra* y encontraron que, al aumentar la concentración de los extractos, aumentaba significativamente el efecto inhibitorio en la germinación, la longitud y el peso de las plántulas de *A. fatua*. Batish *et al.* (2002) utilizaron dosis creciente de partenina, un aleloquimico con efecto fitotoxico presente en *Parthenium hysterophorus* y encontraron que la germinación de *A. fatua* se redujo al aumentar la dosis de partenina. También la partenina inhibió el crecimiento de las malezas en términos de longitud de raíz, tallo y peso seco de la plántula.

Nuevos ensayos deberían realizarse para estudiar el potencial de estos cultivos de cobertura en distintos estados fenológicos y bajo condiciones ambientales contrastantes, así como también experimentos que intenten identificar y aislar los compuestos aleloquimicos presentes en AC, AJ y CEW que provocan inhibición en *A. fatua*.

5.3. *Lolium multiflorum*

A partir de los resultados obtenidos no es posible demostrar que haya inhibición alelopática de los cultivos de cobertura en la germinación, emergencia, longitud de plántulas y biomasa producida de *L. multiflorum*.

Cuando se incubaron las semillas de *L. multiflorum* en la rizosfera de suelo de cada CC no solo no se produjo una reducción en la misma, sino que se observa cierto estímulo en los porcentajes de germinación y emergencia de semillas en el tratamiento CEM con respecto al resto de los tratamientos. Análogamente se observó un efecto de estímulo sobre la producción de biomasa y la longitud de las plántulas de raigrás cuando fueron regadas con extracto del cultivar CEM.

Este fenómeno de estímulo o beneficio en la germinación de la especie maleza se ha reportado en otros ensayos. Por ejemplo, Bensch *et al.* (2009), encontraron que cuando regaban *Spergula arvensis*, *Rumex acetosella*, *Avena fatua* y *Vulpia bromoides* con extractos de exudados radicales de más de 50 cultivares de trigo, había cultivares

que provocaban un estímulo en el largo radical. La alelopatía no es ajena a estos efectos benéficos, ya que por definición comprende todo proceso en el que existe una planta (donadora) que libera al medioambiente compuestos químicos ya sea por lixiviación, descomposición de residuos, volatilización, exudación, entre otros, los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) provocan un efecto perjudicial o benéfico sobre germinación, crecimiento o desarrollo de esta última (Putnam & Duke, 1978). Algunos autores restringen el significado de la palabra a efectos perjudiciales entre plantas superiores (Medeiros & Luchesi, 1993; Kim & Shin, 2004). Otros autores como Whittaker & Feeny (1971), tienen en cuenta que estas mismas sustancias químicas influyen en las relaciones entre otros organismos que no son plantas, tales como insectos y herbívoros. La Sociedad Internacional de Alelopatía definió en 1996 a la alelopatía como “la ciencia que estudia cualquier proceso que involucre metabolitos secundarios producidos por las plantas, microorganismos, virus y hongos que influyen en el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas y biológicos (Torres *et al.*, 1996).

Por otro lado, son varios los autores que si han encontrado respuesta alelopática por parte del raigras anual. Según Deuber (2003), plantas de *Coffea arábica* tienen efecto supresor de *L. multiflorum* por liberación de compuestos alelopáticos. Fay & Duke (1977) estudiaron la actividad alelopática de la escopoletina, un aleloquímico (cumarina) producido por la avena (*Avena sativa*), contra la especie de malezas raigrás anual (*L. multiflorum*) y descubrieron que, a concentraciones de 1,0 mM y 0,5 mM, la escopoletina resultó en una reducción significativa en el crecimiento de radícula de la maleza.

Por su parte, Putnam *et al.* (1983) reportó que luego del desecado con herbicida de un cultivo de cobertura de trigo, los residuos presentes en el suelo lograron un control del 95% de las malezas de *L. multiflorum* y *L. perenne*. Bertholdsson (2005, 2011), utilizando trigo y centeno, encontró que el vigor inicial de los cultivos y la alelopatía eran los factores contribuyentes en la supresión de *L. perenne*. Cortez (2003) evaluó el potencial alelopático de distintos cultivares de triticale y halló diferencias significativas entre distintos cultivares que ejercieron efecto inhibitorio sobre algunos parámetros de crecimiento de *Lolium rigidum* Gaud. Morales (2006), estudió el efecto alelopático de cuatro especies de cereales sobre el crecimiento de raíces y brotes de *Lolium perenne* cv. Queartet, donde se evidenció una interacción alelopática positiva sobre la germinación y estados iniciales de crecimiento y negativamente en estados avanzados del crecimiento de *L. perenne*; la respuesta alelopática de la planta receptora fue proporcional a la concentración de extractos acuosos tanto en potenciador como la inhibición. Los extractos acuosos extraídos de brotes y tallo, comparada con los

extractos de raíces de todos los cereales evaluados evidenciaron mayor potencial alelopático en el crecimiento de la especie receptora, la secuencia de mayor a menor potencial alelopático de los cereales en estudio sobre el crecimiento de follaje, raíz y germinación fue *A. sativa*, *T. aestivum*, *H. vulgare*, *X T. wittack*.

Nuevos ensayos deberían realizarse para aseverar la ausencia de alelopatía por parte de los cultivos de cobertura utilizados, en conjunto con otras variedades de avena y centeno, ya que como bien se sabe, suele haber diferencias en la capacidad alelopática entre variedades de un mismo germoplasma. Así lo afirman Acciaresi & Sarandón (2000), quienes postulan que, si fuesen identificados los compuestos aleloquímicos y los genes responsables por los efectos alelopáticos, estos caracteres podrían ser fácilmente incorporados en los cultivares mejorados por medio de técnicas de fitomejoramiento disponibles en la actualidad. Coincidiría también con lo hallado por Wu *et al.* (1998), quienes en Australia evaluaron el efecto alelopático de 38 variedades de trigo sobre *L. rigidum*, a través de bioensayos que utilizaban extractos del cereal y encontraron diferencias significativas en la inhibición de la germinación y crecimiento de raíces entre las distintas variedades de trigo.

5.4. Consideraciones finales

Los mayores efectos inhibitorios por parte de los CC de avena y centeno en la germinación de semillas y emergencia de plántulas se pudieron observar en la especie maleza *Amaranthus hybridus*.

En todos los casos, varios son los compuestos que pueden estar ejerciendo el efecto fitotóxico. En *Avena sativa*, se ha reportado la liberación de compuestos aleloquímicos del grupo de los ácidos benzoicos y sus derivados, tales como los ácidos hidroxibenzoico y vainílico (Putnam 1985; Friebe *et al.*, 1995; Sampietro, 2003). También se han hallado en especies del género *Avena* compuestos del grupo de las cumarinas: metil esculina, escopolina, escopoletina y furanocumarinas (Sampietro, 2003).

En cuanto al centeno, su potencial alelopático se debe principalmente a la presencia de benzoxazolinonas fitotóxicas, compuestos cuya biosíntesis está regulada por el desarrollo, con la mayor acumulación en el tejido joven y una dependencia de las influencias ambientales y del cultivo (Schulz *et al.*, 2013). A partir de la acumulación de benzoxazolinonas menos tóxicas, las reacciones de transformación en el suelo conducen principalmente a la producción de fenoxazinonas, acetamidas y ácidos malonámicos. El mejoramiento de centeno con alto contenido de benzoxazinoides, así

como una mejor comprensión de la persistencia de fenoxazinonas en el suelo, de la resistencia de las malezas contra los benzoxazinoides y de cómo las interacciones alelopáticas se ven influenciadas por las prácticas culturales, proporcionaría los medios para incluir variedades alelopáticas de centeno en sistemas de cultivo orgánicos para el control de malezas (Schulz *et al.*, 2013).

6. Bibliografía

Acciaresi, H.A. & S.J. Sarandón, 2000. Manejo de malezas en agricultura sustentable. 351-354. En: Sarandón, S.J. (editor). Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable.). ECA. La Plata (Argentina). 557 pp.

Aibar Lete, J. Madrid, 1990. Biología y control de la avena loca (*Avena fatua* L. y *Avena sterilis* subsp. *Ludoviciana* (Dur) Nym.) en Aragón. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Pesca, Agricultura y Alimentación.

Aizpuru, I. Aseginolaza, C. Uribe-Echeverria, P.M. Urrutia, P. Zorraquin, I. 1999. Claves ilustradas de la flora del país vasco y territorios limítrofes. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria.

Almeida, F. A. 1988. Alelopatía e as Plantas. Circular Nº 53. Instituto Agronómico do Paraná – Londrina P.R. (Brasil). 60 Pp.

Álvarez, Quiroga, Santos y Bodrero. 2013. Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción. 1ª ed. – La Pampa: Ediciones INTA. EEA INTA Anguil. ISBN: 978-987-679-177-9.

Barnes, J.P., Putnam, A.R. Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereale* L.). *J Chem Ecol* 13, 889–906 (1987). <https://doi.org/10.1007/BF01020168>

Baraibar B, Hunter MC, Schipanski ME, Hamilton A, Mortensen DA (2018) Weed suppression in cover crop monocultures and mixtures. *Weed Sci* 66:121–133

Batish, D.R.; Singh, H.P.; Pandher, J.K.; Arora, V.; Kohli, R.K. Phytotoxic effect of Parthenium residues on the selected soil properties and growth of chickpea and radish. *Weed Biol. Manag.* 2002, 2, 73–78

Bensch, E., H. Schalchli, C. Jobet, P. Seemann & R. Fuentes. 2009. Potencial alelopático diferencial de cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) chileno sobre algunas malezas asociadas al cultivo en el sur de Chile. *IDESIA* 27: 77-88

Bertholdsson, N.-O. Early vigour and allelopathy—Two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds. *Weed Res.* 2005, 45, 94–102

Bertolotto, M. Marzetti, M. 2017. Manejo de malezas problema. Cultivos de cobertura. Bases para su manejo en sistemas de producción.

Bezic, C.R. Gajardo, O. A. Cañón, S. L. Avilés, L. M. Gil, M. I. Dall Armellina, A. A. 2011. Manual para el reconocimiento temprano de malezas en sistemas hortícolas de la

Norpatagonia: guía de campo. - 1a ed. - Viedma: Universidad Nacional de Río Negro / Universidad Nacional del Comahue, 2011. 112 p.; 10x20 cm. ISBN 978-987-26198-8-6

Blanco, Y. 2006. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. *Cultivos tropicales* 27: 5-16.

Brainard DC, Bellinder RR, Kumar V (2011) Grass–legume mixtures and soil fertility affect cover crop performance and weed seed production. *Weed Techno* 25:473–479

Brennan EB, Smith RF (2005) Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. *Weed Techno* 19:1017– 1024.

Burkart, A. 1978. Flora ilustrada de Entre Ríos. Tomo VI, Parte 3. Editado por INTA. Pp. 160-173

Carfagno P., Eiza M., Babinec F., Quiroga A. 2012. Inclusión de cultivos de cobertura en la dinámica hídrica de hapludoles y haplustoles del oeste de la provincia de Buenos Aires y noreste de La Pampa. En: Álvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.) *Contribuciones de los cultivos de coberturas a la sostenibilidad de los sistemas de producción*. 1° ed. La Pampa: Ediciones INTA. p. 36-49.

Carmona Pinto, W. Orsini Velásquez, G. 2010. Sinopsis del subgénero *Amaranthus* (*Amaranthus*, *amaranthaceae*) en Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, vol. 33, núm. 2, julio-diciembre, 2010, pp. 329-356

Caro, J.; Sánchez, E.; Elisetch, M. 1978. Las especies de *Lolium* (Gramineae) de la flora argentina. *Dominguezia* 1: 1 – 23.

Catullo, J.C.; Valetti, O. E.; Rodríguez, M. L.; Sosa, C. A., 1983. Relevamiento de malezas en cultivos comerciales de trigo y girasol en el centro-sur bonaerense. *Maleza* 2: 204 - 235.

Cheng F and Cheng Z (2015) Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Front. Plant Sci.* 6:1020.

Cortéz, C. 2003. Protocolo de laboratorio para evaluar efecto alelopático de cultivares de triticale (*X. Triticosecale wittmack*) en el crecimiento de ballica (*Lolium rigidum* L.) y rábano (*Raphanus raphanistrum* L.). Tesis ingeniero agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 80p

Creamer, N.G. Bennett, M. Stinner, B. R. Cardina, J. Regnier, J. E. 1996. Mechanisms of Weed Suppression in Cover Crop-based Production Systems. *HORTSCIENCE* 31(3):410–413. 1996.

Da Silva, A.A., F.A. Ferreira, L.R. Ferreira & J.B. dos Santos. 2007. Biología de plantas daninhas. En: Da Silva A.A. & J.F. da Silva (editors). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Editora UFV. Universidad Federal de Viçosa, Viçosa-MG (Brasil). Pp 48-55.

Dahiya, S. Kumar S. Singh Khedwal, R. Ram Jakhar, S. 2017. Allelopathy for sustainable weed management. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2017; SP1: 832-837.

De Leo, G. Torres Carbonell, C. Lauric, A. Ross, F. Massigoge, J. Vigna, M. Irastorza, J. Dumrauf, M. 2020. Evaluación de Cultivos de servicio en maíces de baja densidad en el sudoeste bonaerense semiárido.

Deuber, R. 2003. *Ciencia das Plantas Infestantes. Fundamentos*. 2º Edición. Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia. Facultad de Ciencias Agrarias e Veterinarias. UNESP. Campus de Jaboticabal (Brasil). 452pg.

Devi, K. T., P. K. Singh and D. Bhattacharyya. 2016. Three new additions to the grass (Poaceae) flora of Manipur, India. *Plant Science Today* 3(3): 272-281. <http://dx.doi.org/10.14719/pst.2016.3.3.237>

Dhima, K.V. Vasilakoglou, I.B. Eleftherohorinos, I.G. Lithourgidis, A. S. 2006. Allelopathic Potential of Winter Cereals and Their Cover Crop Mulch Effect on Grass Weed Suppression and Corn Development. Published in *Crop Sci.* 46:345–352 (2006). *Crop Ecology, Management & Quality* doi:10.2135/cropsci2005-0186.

Durigan, J.C. & F.L. Souza de Almeida. 1993. *Nocoos sobre a alelopatía*. Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina, Veterinária e Zootecnia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Campus de Jaboticabal – UNESP. Brasil. 28 p.

Einhellig, F. A. (1995). "Allelopathy-current status and future goals," in *Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications*, eds A. Inderjit, K. M. M. Dakshini, and F. A. Einhellig (Washington, DC: American Chemical Society Press), 1–24

Einhellig, F.A. and J.A. Rasmussen. 1973. Allelopathic effects of *Rumex crispus* on *Amaranthus retroflexus*, - grain sorghum and field corn. *Amer. Midl. Naturalist* 90:79-86.

Fay, P. K. y Duke, W. B. 1977. An assessment of allelopathic potential in *Avena* germoplasm. *Weed Sci.* 25: 224-228.

Fernández, O.A Leguizamón, E.S. Acciaresi, H.A. 2014. Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I, capítulo I. Definiciones, visión y enfoques

Friebe, A., M. Schulz, P. Kuck & H. Schnabl. 1995. Phytotoxins from shoot extracts and root exudates of *Agropyron repens* seedlings. *Phytochemistry* 38: 1157-1159.

Gigón, R.; C. Istilart y M. Yannicari. 2015. Evaluación de la dinámica de emergencia de *Avena fatua* y *Lolium* spp. en cereales de invierno. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_-_evaluacin_dinmica_de_emergencia_de_aven.pdf

Gigon, R.; Vigna, M.; Yannicari, M. 2017. Raigrás (*Lolium* spp.). Bases para su manejo y control en sistemas de producción. ISSN N° 2250-5342 (versión papel) / ISSN N° 2250-5350 (versión on-line) Volumen VIII – Año 2017. Disponible en: <http://www.aapresid.org.ar/rem-malezas/archivos/emergencias/documentos/gig-n-vigna-y-yannicari-manejo-de-malezas-problema-raigr-s-lolium-spp.pdf>

Hamilton A (2016) Maximizing the on-farm benefits of cover crops: comparing management intentions and ecosystem service provisioning. Master's thesis. Pennsylvania State University

Hoyt, G.; Wagger, M.; Crozier, C.; Ranells, N. 2004. Soil Facts: Winter annual cover crops. North Carolina (EE.UU): NC State University Cooperative Extension Service. 9 p.

Ibrahim, Kamal M., and Paul M. Peterson. Grasses of Washington, D.C. Smithsonian Contributions to Botany, number 99, viii + 128 pages, 190 figures, 2014.

Inda-Aramendía, L. 2005. El género *Lolium*. Claves dicotómicas. *Revista de la Real Academia de Ciencias de Zaragoza*. 60: 143 - 155.

Istilart, C. 1991. Relevamiento de malezas en cultivos de trigo en los partidos de Tres Arroyos, G. Chaves y Necochea. *XII Reunion ASAM* 2: 87-96.

Khalid, S., Ahmad, T. and Shad, R. A. 2002. Use of allelopathy in agriculture. *Asian Journal of Plant Science* 1(3):296-297.

Kim, K. U. & D.H. Shin. 2004. La importancia de la alelopatía en la obtención de nuevos cultivares. En: Labrada, R. (editor). *Manejo de malezas para países en desarrollo*, (FAO), Italia. 318 pp.

Kohli RK, Batish D, Singh HP. Allelopathy and its implications in agroecosystems. *J Crop Prod*. 1998; 1:169-202.

Leicach, S.R. 2006. Alelopatía. Interacciones químicas en la comunicación y defensa de las plantas. Editorial Universidad de Buenos Aires (Eudeba), Argentina. 208 pp.

Metzler M. 2015. El Manejo Integrado de Malezas (MIM). Manejo y control de malezas, INTA Paraná. Revista Red de Innovadores, Aapresid. <http://www.aapresid.org.ar/blog/elmanejo-integrado-de-malezas-mim/> 26/02/2015.

Medeiros, A.R.M. & A.A. Luchesi. 1993. Efeitos alelopáticos da ervilhaca (*Vicia sativa* L.) sobre a alfaca em testes de laboratorio. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 28:9-14.

Mohler, C.L.; Teasdale, J.R. 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. Weed Res. 33:487-499.

Molisch, H. (1937). Der Einfluss Einer Pflanze Auf Die Andere-allelopathie. Jena: Fischer.

Moura Pires, N. & V. Rodrigues Oliveira. 2001. Alelopatía. En: de Oliveira, R. S. & Constantin, J. (editors). Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba Agropecuaria (Brasil). Pp: 145-185.

Ormeño, J. Pino-Rojas, G. y Garfe-Vergara, F. 2008. Inhibition of Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) and Bermudagrass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) by a Mulch Derived from Rye (*Secale cereale* L.) in Grapevines. Chilean Journal of Agricultural Research 68(3):238-247 (July-September 2008).

Overland, L., 1966: Amer. J. Bot., 53 : 423. Citado por Whittaker, R.H., y Feeny, P.P., en Allelochemicals: Chemical Interactions between Species. Science, 171: 757-770, 26 February 1971.

Palou, A. T. Cirujeda Ranzenberger, A. Zaragoza Larios, C. 2007. Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas:100 preguntas sobre resistencias. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.

Papa, J.C. 2011. Malezas: para manejarlas racionalmente, ¡la propuesta es integrar! Introducción al manejo integrado de malezas. Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-malezas-manejarlas-racionalmente-la-propuesta-es-int.pdf>

Papa J.C.M., J.C. Felizia & A.J. Esteban. 2004. Tolerancia y Resistencia a Herbicidas. Centro Regional Santa Fe. Rosario. 6 p. Sitio Argentino de Producción Animal <http://www.produccion-animal.com.ar/>

- Pereira E.; Galantini, J.A.; Quiroga, A. Calidad de cultivos de cobertura en sistemas de siembra directa del sudoeste bonaerense. *Ciencia del Suelo*, v. 35, n. 2, p. 337-350, 2017.
- Perez, F. 1990. Allelopathic effect of hydroxamic acids from cereals on *Avena fatua* L. and *A. sativa* L. *Phytochemistry* 29:773-776.
- Petcu, E.; Babeanu, N.; Popa, O. 2017. Screening methods for evaluating the allelopathic potential of wheat and triticale genotypes. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LX, 2017.
- Pinto, P. Piñeiro, G. 2018 Intensificación ecológica en los agroecosistemas de la Región pampeana: el rol de los cultivos de servicios. Capítulo de libro *Manejo de Maíz Flint*.
- Putnam, A.R. & W.B. Duke. 1978. Allelopathy in agroecosystems. *Annual Review Phytopathology*. 16: 431-451.
- Rice, E. L. (1974). *Allelopathy*. New York: Academic Press
- Sampietro, D.A. 2003. Alelopatía. Conceptos, características, metodología de estudio e importancia.
- Schulz, M., Marocco, A., Tabaglio, V. *et al.* Benzoxazinoides en la alelopatía del centeno: desde el descubrimiento hasta la aplicación en el control sostenible de malezas y la agricultura orgánica. *J Chem Ecol* **39**, 154-174 (2013). <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0235-x>
- Scursoni, J. A.; Palmano, M.; De Notta, A.; Delfino, D. (2012). Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) density and N fertilization on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield in Argentina. *Crop Protection* 32: 36 - 40
- Silva, F.A.M., F.D. Nogueira, L.L. Ribeiro, A. Godinho & P.T.G. Guimaraes. 2001. Exudação de ácidos orgânicos em rizosfera de plantas daninhas. *Planta Daninha* 19: 193-196
- Silva, P. 2003. Efecto alelopático de los rastrojos. In: *Sustentabilidad en Cultivos Anuales: Cero Labranza, Manejo de Rastrojos*. Acevedo, E. (ed.). Santiago, Universidad de Chile. Fac. de Cs. Agronómicas, serie Ciencias Agronómicas N°8. 83-98
- Tallamy D. y Raupp M. 1991. *Phytochemicals induction by herbivores*. New York. John Wiley and Sons.

Teasdale, J.R. 1996. Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *Journal of Production Agriculture* 9:475-479.

Torres, A., R.M. Oliva, D. Castellano & P. Cross. 1996. First World Congress on Allelopathy. *A Science of the Future*. Cadiz (España). Pp. 278.

Vidal Ferruz, D.F. 2005. Evaluación del efecto alelopático sobre nuevos portainjertos de *Prunus persica* en condición de replante. Tesina para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 55 pp. En: <http://portainjertosduraznero.cl/docs/DanielaVidal.pdf>. Ultimo acceso: 11-09-2013.

Vigna, M.R.; R. López y R. Gigon. 2013. Situación de la problemática y propuesta de manejo para *Lolium* y *Avena fatua* resistentes a herbicidas en el sur de Buenos Aires. <http://inta.gob.ar/documentos/situacion-de-la-problematica-y-propuesta-de-manejo-para-lolium-y-avena-fatua-resistentes-a-herbicidas-en-el-sur-de-buenos-aires>

Whittaker, R.A. & P.P. Fenny. 1971. Allelochemicals: Chemical interactions between species. *Science* 171:757-770.

WSSA (2016). Do you have a weed, noxious weed, invasive weed or “superweed”? Simple distinctions make all the difference. Disponible en www.wssa.net/wpcontent/uploads/WSSA-Weed-Science-Definitions.pdf

Wu H, Pratley J, Lemerle D, Haig T, Verbeek B. 1998. Differential allelopathic potential among wheat accessions to annual ryegrass. *Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference, Wagga Wagga, NSW, Australia*, pp. 567-571.

Yarnia, M., Khorshidi Benam, B. M., Farajzadeh Memari Tabrizi, E., Allelopathic effects of sorghum extracts on *Amaranthus retroflexus* seed germination and growth. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (3&4): 770-774. 2009

7. Anexo

7.1. Análisis estadístico del porcentaje de germinación de las malezas en suelos correspondientes a cada CC.

Maleza	Variable	n	E*	E* A)	CV
Amara	Germinación	15	0,47	0,26	30,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,34	4	0,08	2,22	0,1399
Tratamiento	0,34	4	0,08	2,22	0,1399
Error	0,38	10	0,04		
Total	0,72	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,35449

Error: 0,0390 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo AC	0,40	3	0,11
Suelo CEW	0,57	3	0,11
Suelo Testigo	0,70	3	0,11
Suelo CEH	0,73	3	0,11
Suelo AJ	0,83	3	0,11

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

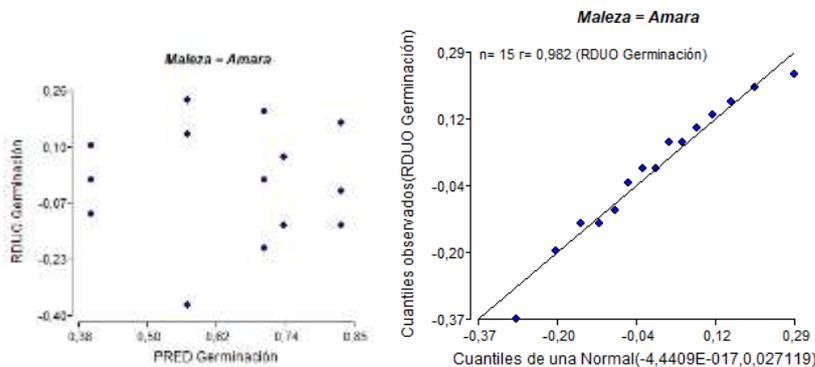


Figura 29. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de germinación de Amaranthus hybridus.

Maleza	Variable	n	E*	E* A)	CV
Avena	Germinación	15	0,28	0,09	31,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	4	0,00	0,97	0,4659
Tratamiento	0,00	4	0,00	0,97	0,4659
Error	0,21	10	0,02		
Total	0,21	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,26567

Error: 0,0213 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo CEH	0,10	3	0,08
Suelo AC	0,10	3	0,08
Suelo AJ	0,10	3	0,08
Suelo Testigo	0,23	3	0,08
Suelo CEW	0,27	3	0,08

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

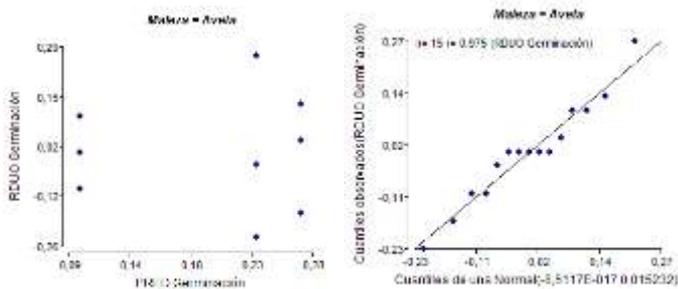


Figura 30. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de germinación de Avena fatua.

Maleza	Variable	N	R*	R*	Aj	CV
Raigrás	Germinación	15	0,40	0,18	22,73	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,17	4	0,04	1,64	0,2386
Tratamiento	0,17	4	0,04	1,64	0,2386
Error	0,28	10	0,03		
Total	0,52	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,28941

Error: 0,0283 gl: 10

Tratamientos: Medias m. E.E.

Suelo	Testigo	0,97	3	0,09	A
Suelo AC		0,63	3 <td>0,09 <th>A</th> </td>	0,09 <th>A</th>	A
Suelo AJ		0,67	3 <td>0,09 <th>A</th> </td>	0,09 <th>A</th>	A
Suelo CEH		0,77	3 <td>0,09 <th>A</th> </td>	0,09 <th>A</th>	A
Suelo CEM		0,87	3 <td>0,09 <th>B</th> </td>	0,09 <th>B</th>	B

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

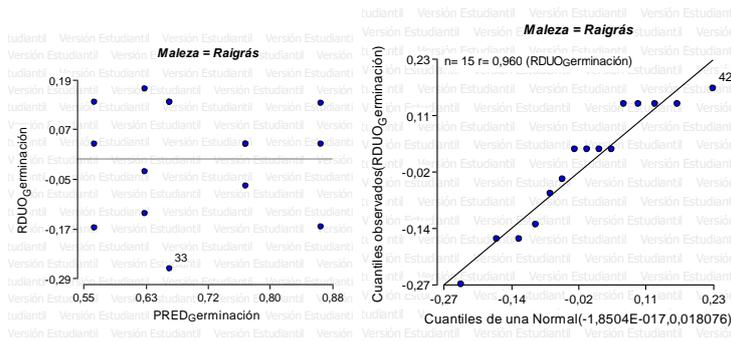


Figura 31. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de germinación de *Lolium multiflorum*.

7.2. Análisis estadístico del porcentaje de emergencia de las malezas en suelos correspondientes a cada CC.

Maleza	Variable	N	R*	R*	Aj	CV
Amara	Emergencia	15	0,71	0,59	55,28	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,96	4	0,24	6,13	0,0093
Tratamiento	0,96	4	0,24	6,13	0,0093
Error	0,39	10	0,04		
Total	1,35	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,36044

Error: 0,0393 gl: 10

Tratamientos: Medias m. E.E.

Suelo	AC	0,13	3	0,11	A
Suelo CEM		0,13	3 <td>0,11 <th>A</th> </td>	0,11 <th>A</th>	A
Suelo CEH		0,13	3 <td>0,11 <th>A</th> </td>	0,11 <th>A</th>	A
Suelo AJ		0,63	3 <td>0,11 <th>B</th> </td>	0,11 <th>B</th>	B
Suelo Testigo		0,67	3 <td>0,11 <th>B</th> </td>	0,11 <th>B</th>	B

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

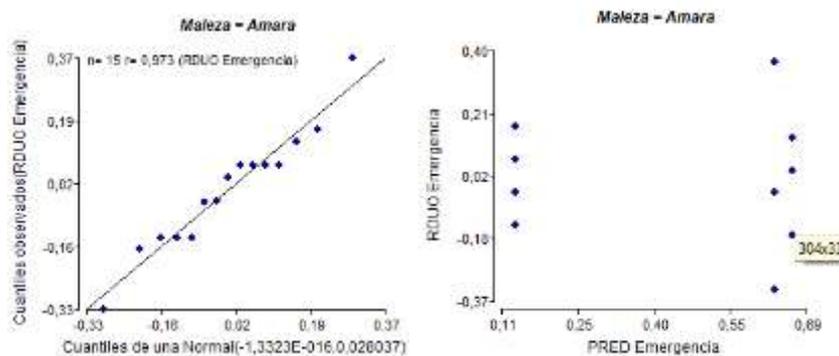


Figura 32. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, derecha, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, izquierda, Q-Qplot) de los datos de emergencia de *Amaranthus*.

Maleza Variable N R² R² A_j CV
 Avena Emergencia 15 0,21 0,00 99,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	4	0,01	0,48	0,6221
Tratamiento	0,03	4	0,01	0,48	0,6221
Error	0,19	10	0,02		
Total	0,24	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,24850

Error: 0,0187 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo CEM	0,10	3	0,08 A
Suelo AC	0,10	3	0,08 A
Suelo A7	0,10	3	0,08 A
Suelo CEM	0,20	3	0,08 A
Suelo Testigo	0,23	3	0,08 A

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

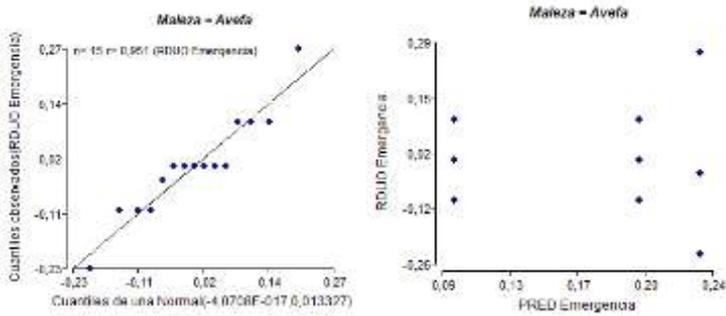


Figura 33. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, derecha, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, izquierda, Q-Qplot) de los datos de emergencia de Avena fatua.

Maleza Variable N R² R² A_j CV
 Raigrás Emergencia 15 0,44 0,21 22,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	4	0,04	1,96	0,1777
Tratamiento	0,18	4	0,04	1,96	0,1777
Error	0,23	10	0,02		
Total	0,40	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,27370

Error: 0,0226 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo Testigo	0,53	3	0,09 A
Suelo AC	0,60	3	0,09 A B
Suelo A7	0,67	3	0,09 A B
Suelo CEM	0,77	3	0,09 A B
Suelo CEM	0,83	3	0,09 B

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

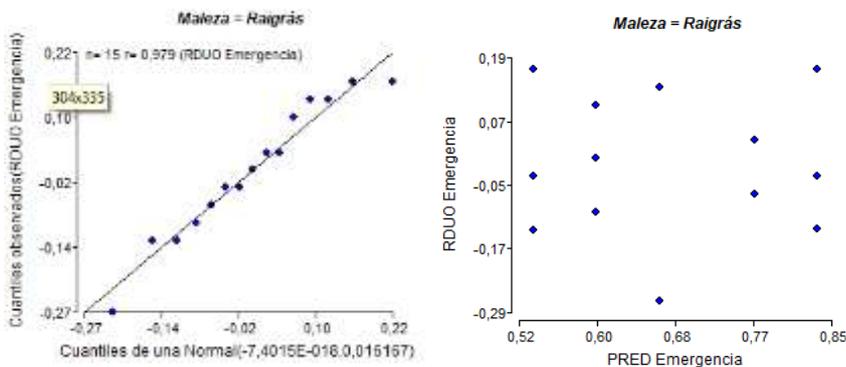


Figura 34. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, derecha, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, izquierda, Q-Qplot) de los datos de emergencia de Lolium multiflorum.

7.3. Análisis estadístico de la longitud de plántulas de malezas en suelos correspondientes a cada CC.

Maleza Variable N R² R² A_j CV
 Amara Longitud 18 0,33 0,06 107,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,68	4	8,92	1,21	0,3638
Tratamiento	35,68	4	8,92	1,21	0,3638
Error	73,43	10	7,34		
Total	109,10	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,52969

Error: 7,3428 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo CEM	0,78	3	1,56 A
Suelo AJ	1,27	3	1,56 A
Suelo AC	1,90	3	1,56 A
Suelo CEM	4,05	3	1,56 A
Suelo Testigo	4,64	3	1,56 A

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

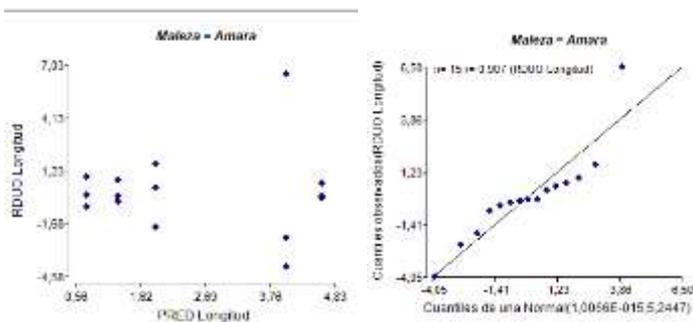


Figura 35. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de longitud de plántulas de Amaranthus.

Maleza Variable N R² R² A_j CV
 Avefa Longitud 18 0,01 0,00 108,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,42	4	3,11	0,02	0,9986
Tratamiento	12,42	4	3,11	0,02	0,9986
Error	1250,25	10	125,02		
Total	1262,67	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=20,34204

Error: 125,0248 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo CEM	9,57	3	6,46 A
Suelo CEM	9,67	3	6,46 A
Suelo AC	9,85	3	6,46 A
Suelo Testigo	10,21	3	6,46 A
Suelo AJ	12,03	3	6,46 A

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

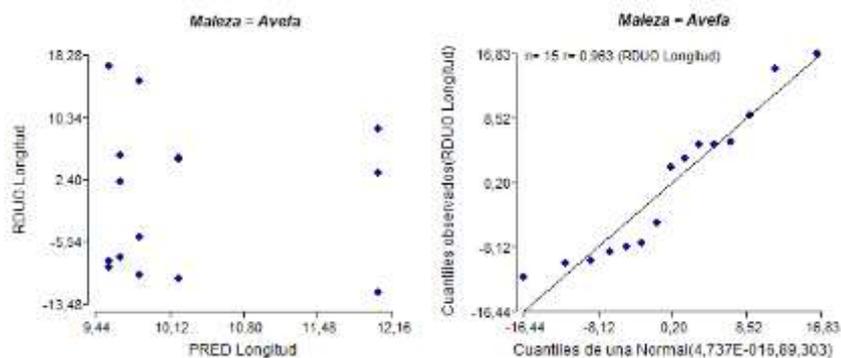


Figura 36. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de longitud de plántulas de Avena fatua.

Maliza Variable H E* E* A1 CV
 Raigrás Longitud 13 0,24 0,00 13,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,24	4	3,56	0,78	0,5611
Tratamiento	14,24	4	3,56	0,78	0,5611
Error	68,43	10	4,54		
Total	82,67	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,87771

Error: 4,8432 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Suelo CEM	10,20	3	1,23 A
Suelo AJ	10,82	3	1,23 A
Suelo Testigo	11,05	3	1,23 A
Suelo CEM	12,39	3	1,23 A
Suelo AC	13,53	3	1,23 A

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

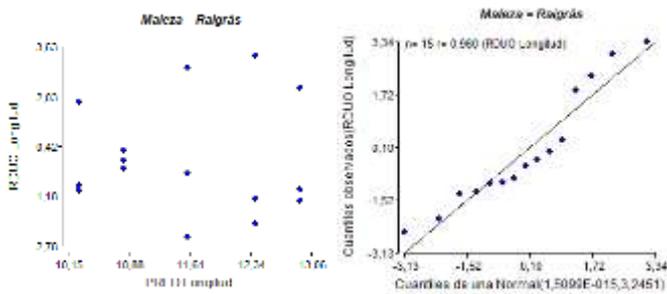


Figura 37. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de longitud de plántulas de *Lolium multiflorum*.

7.4. Análisis estadístico del porcentaje de plántulas emergidas de *A. hybridus* utilizando extractos de los distintos CC

Análisis de la varianza

Variable H E* E* A1 CV
 PlántulasVivas 15 0,53 0,06 16,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,27	4	0,07	1,24	0,3656
Tratamiento	0,27	4	0,07	1,24	0,3656
Error	0,89	10	0,09		
Total	1,16	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,42536

Error: 0,0847 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CEM	0,23	3	0,13 A
CEH	0,33	3	0,13 A
AC	0,37	3	0,13 A
Testigo	0,53	3	0,13 A
AJ	0,60	3	0,13 A

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

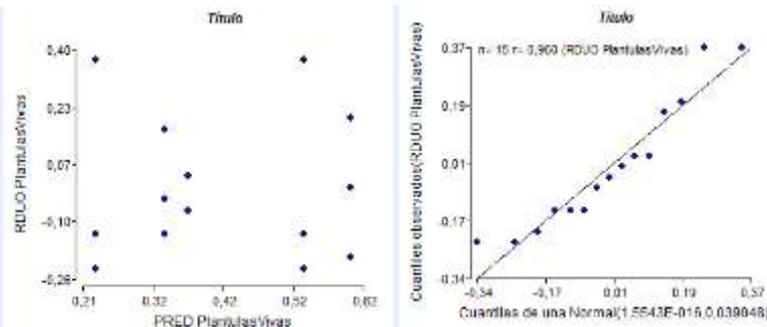


Figura 38. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de emergencia de plántulas de *A. hybridus*.

7.5. Análisis estadístico del porcentaje de germinación de semillas de *A. hybridus* utilizando los extractos de los distintos CC.

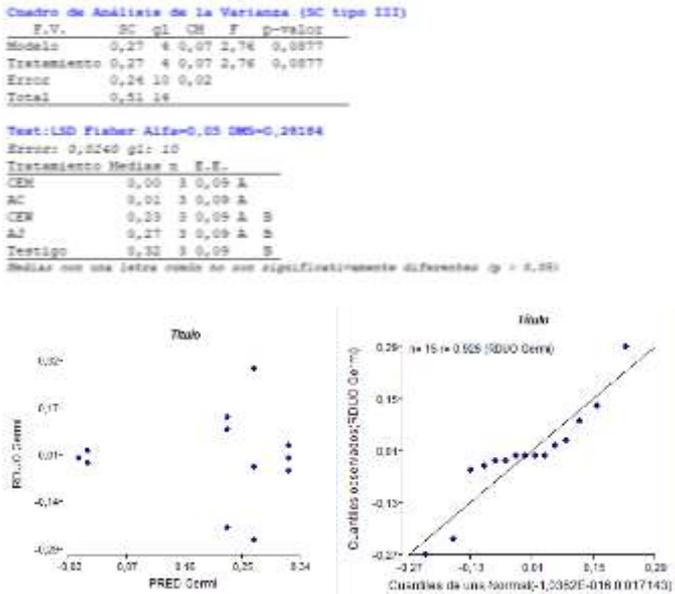


Figura 39. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de germinación en caja de Petri de *A. hybridus*.

7.6 Análisis estadístico de la biomasa producida por *A. fatua* en los ensayos de extractos CC

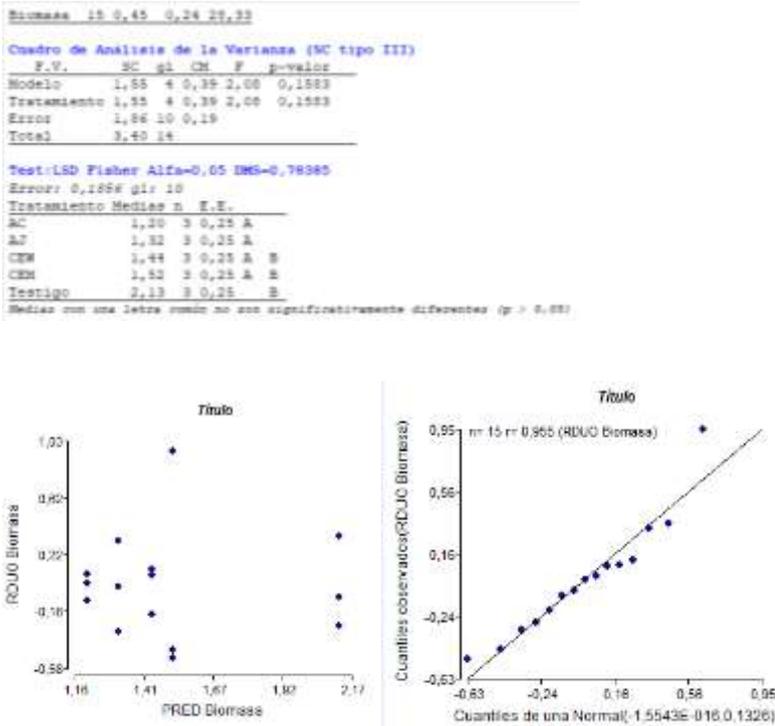


Figura 40. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de biomasa producida de *A. fatua*.

7.7 Análisis estadístico de la longitud de plántula de *A. fatua* en el ensayo de extractos de CC

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	229,10	4	55,78	5,25	0,0153
Tratamiento	229,10	4	55,78	5,25	0,0153
Error	106,19	18	10,62		
Total	339,29	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,92832
Error: 10,6197 gl: 18

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CEM	22,73	3	1,88 A
AC	23,53	3	1,88 A
AJ	23,57	3	1,88 A
CEW	27,50	3	1,88 A B
Testigo	33,09	3	1,88 B

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

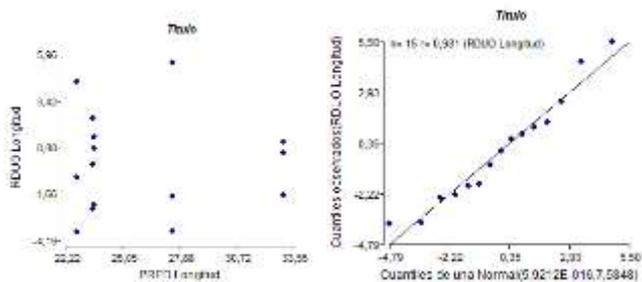


Figura 41. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de longitud de plántulas de *A. fatua*.

7.8. Análisis estadístico del porcentaje de germinación de *A. fatua* en el ensayo de extractos de cada CC

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,42	4	0,10	2,91	0,0775
Tratamiento	0,42	4	0,10	2,91	0,0775
Error	0,36	10	0,04		
Total	0,77	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,34390
Error: 0,0367 gl: 10

Tratamiento	Medias	n	E.E.
AC	0,40	3	0,11 A
CEW	0,49	3	0,11 A B
AJ	0,64	3	0,11 A B C
CEM	0,73	3	0,11 B C
Testigo	0,85	3	0,11 C

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

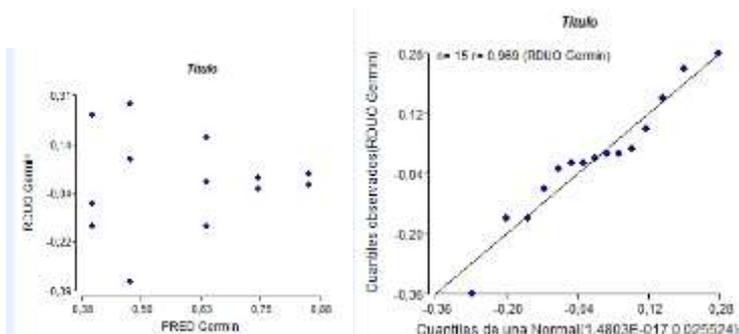


Figura 42. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de germinación en caja de Petri de *A. fatua*.

7.9. Analisis estadístico de la biomasa producida por *L. multiflorum* en el ensayo de extractos de cada CC

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,38	4	0,09	4,42	0,0258
Tratamiento	0,35	4	0,09	4,42	0,0258
Error	0,20	10	0,02		
Total	0,55	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,25563
 Error: 0,0197 gl: 10
 Tratamiento Medias n E.E.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CEM	0,21	3	0,08 A
AJ	0,28	3	0,08 A
AC	0,28	3	0,08 A
Testigo	0,35	3	0,08 A
CEM	0,64	3	0,08 B

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

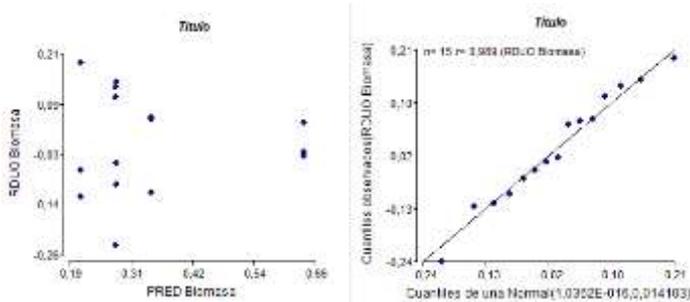


Figura 43. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de biomasa producida de *L. multiflorum*.

7.10. Analisis estadístico de la longitud de plántula de *L. multiflorum* en el ensayo de extractos de cada CC

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	57,59	4	14,40	2,21	0,1410
Tratamiento	57,59	4	14,40	2,21	0,1410
Error	65,16	10	6,52		
Total	122,75	14			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,64395
 Error: 6,5160 gl: 10
 Tratamiento Medias n E.E.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CEM	13,67	3	1,47 A
Testigo	13,80	3	1,47 A
AC	14,23	3	1,47 A
AJ	15,00	3	1,47 A B
CEM	15,93	3	1,47 B

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

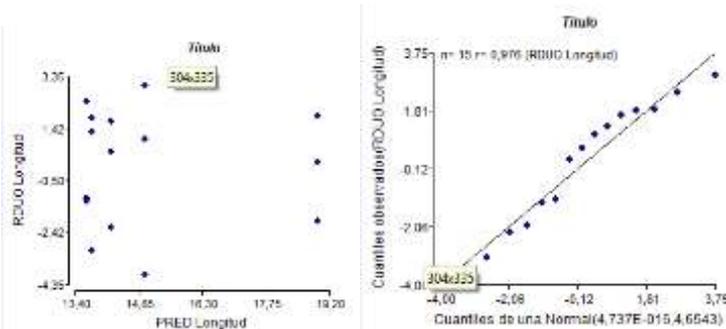


Figura 44. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de longitud de plántulas de *L. multiflorum*.

7.11. Analisis estadístico del porcentaje de germinación de *L. multiflorum* en el ensayo de extracto de cada CC.

Cuadro de Análisis de la Varianza (NC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	4	2,5E-03	0,45	0,7692
Tratamiento	0,01	4	2,5E-03	0,45	0,7692
Error	0,06	10	0,01		
Total	0,07	14			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,13549
 Error: 0,0088 gl: 10
 Tratamiento: Medias s. E.E.

Tratamiento	Medias	s. E.E.
AC	0,80	3 0,04 A
CEW	0,81	3 0,04 A
Testigo	0,85	3 0,04 A
CEM	0,85	3 0,04 A
AT	0,87	3 0,04 A

Medias con una letra común se son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

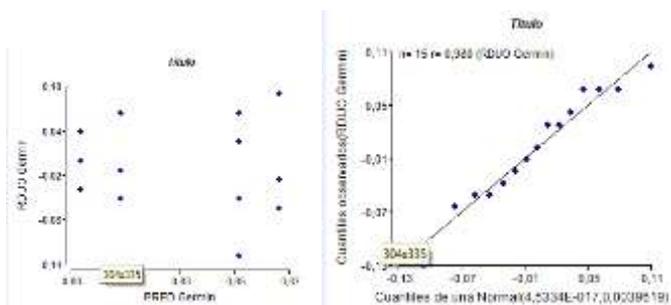


Figura 45. Análisis de supuestos de homocedasticidad (abajo, izquierda, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, derecha, Q-Qplot) de los datos de germinación en caja de Petri de *L. multiflorum*.