

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

**Efecto del sistema de labranza sobre el control de  
malezas en un cultivo de ajo (*Allium sativum*) bajo  
riego en el valle bonaerense del Río Colorado.**

**Rodríguez, Nelson Alen**

**Docente tutor:** Ing. Agr. (Dra.) María de las Mercedes Longás  
**Docentes consejeros:** Ing. Agr. (Dr.) Guillermo Rubén Chantre  
Ing. Agr. (Dr.) Ricardo Mario Sabbatini  
**Asesor externo:** Ing. Agr. (Mag.) Juan Pablo D´Amico



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**Marzo 2021**

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN .....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. Taxonomía y origen .....	5
1.2. Importancia económica .....	5
1.3. Usos y propiedades del ajo .....	6
1.4. Morfología del cultivo de ajo .....	6
1.5. Fisiología del cultivo.....	8
1.6. Generalidades del manejo del cultivo.....	11
1.6.1. Previo a la plantación: selección del terreno y del material a plantar .....	11
1.6.2. Plantación .....	12
1.6.3. Posterior a la plantación: riego y manejo nutricional .....	13
1.7. Manejo de malezas .....	13
1.8. Comparación de sistemas de labranza: labranza convencional vs labranza cero ..	15
1.9. Descripción de la zona de estudio .....	16
1.10. Hipótesis y objetivos .....	18
2. MATERIALES Y METODOS .....	19
2.1. Ensayo a campo .....	19
2.1.2. Manejo del cultivo.....	19
2.2. Composición florística y cobertura de malezas invernales .....	19
2.3. Emergencia de malezas facultativas y estivales.....	20
2.4. Seguimiento de la cobertura verde del cultivo .....	21
2.5. Monitoreo de humedad y temperatura del suelo .....	21
2.6. Análisis de datos.....	22
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
3.1. Humedad y temperatura del suelo .....	23
3.2. Composición florística.....	24
3.3. Composición florística y cobertura de malezas invernales .....	24
3.4. Emergencia de malezas estivales e invernales facultativas .....	27
3.5. Seguimiento de la cobertura verde del cultivo .....	33
4. CONCLUSIÓN .....	34
5. BIBLIOGRAFIA .....	35
6. ANEXO.....	38
6.1. Análisis de la varianza.....	38

6.1.1. Análisis estadístico del porcentaje de cobertura de malezas invernales a la fecha 12/09/2019 .....	38
6.1.2. Análisis de ANOVA del porcentaje de cobertura de malezas invernales entre y en la línea de siembra del cultivo de ajo para los diferentes sistemas de labranza: SD-siembra directa y LC-labranza convencional .....	39
6.1.3. Análisis de la varianza del porcentaje de cobertura de malezas invernales en el cultivo de ajo bajo diferentes sistemas de labranza: SD-siembra directa y LC-labranza convencional. ....	39
6.2. Análisis de la varianza del porcentaje de cobertura de cultivo.....	40

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a mi Papá Edwin Rodríguez y a mi Mamá Santusa Martínez que creyeron en mí desde el primer día. Sin el apoyo de ellos durante estos años nada de esto hubiese sido posible.

A mi hermana Marisol Rodríguez que siempre estuvo presente.

A mis amigos/as, compañeros/as que conocí en este camino.

A mi directora de tesis Dra. M. de las Mercedes Longás, que supo guiarme y aconsejarme.

A todos los profesores de la Universidad Nacional Del Sur que me formaron, en especial a los del Departamento de Agronomía.

También quiero agradecer a la estación experimental del INTA de Hilario Ascasubi por permitirme llevar a cabo este ensayo como a todos los técnicos que forman parte, en especial al Mag. Juan Pablo D'Amico.

## RESUMEN

En nuestro país, el ajo (*Allium sativum* L.) es una hortaliza importante tanto desde el punto de vista social como económico. Durante su desarrollo, el cultivo presenta un porte erguido, raíces superficiales y una tasa de crecimiento inicial lenta. Estos atributos le confieren una baja habilidad competitiva con las malezas haciéndose vital una buena estrategia para el manejo de las mismas. El valle bonaerense del río Colorado presenta un clima semiárido templado, una precipitación media anual de 400 mm y suelos predominantemente de textura franco arenosa. La producción hortícola se realiza fundamentalmente bajo riego y labranza convencional (LC). Con la implementación de este sistema de labranza el suelo queda completamente descubierto y pulverizado, volviendo vulnerable a la erosión. A su vez, dado que desde hace algunos años la región está pasando por una crisis hídrica, la economía del agua es crucial. Para contrarrestar estas circunstancias, en el INTA-Ascasubi se están realizando ensayos de producción de hortalizas bajo siembra directa (L0). La no roturación del suelo y el mantenimiento de restos vegetales en superficie generan variaciones en las condiciones ambientales a nivel del suelo, lo que no solo ayuda a preservar la humedad y disminuir los riesgos de erosión, sino que también influye en la dinámica de emergencia y desarrollo de las malezas. Con el objetivo de evaluar la emergencia, cobertura, nivel de infestación y composición florística de la comunidad de malezas en cada sistema de labranza, se realizó un ensayo comparativo que fue monitoreado quincenalmente. Bajo L0 tanto la composición florística como el suelo cubierto por malezas invernales fue menor que en LC. Hubo una tendencia en *Sonchus asper*, *Echinochloa crus-galli* y *Chenopodium album*, de emerger en mayor cantidad bajo L0, contrario a lo observado en *Hirschfeldia incana* y *Portulaca oleracea*. Al comparar la emergencia en la línea de plantación del cultivo versus entre surcos se observó que *Digitaria sanguinalis*, *S. asper* y *P. oleracea* emergieron en mayor grado junto al cultivo de ajo probablemente por la humedad generada por el sistema de riego. Si bien bajo L0 el rendimiento del cultivo no incrementó, los resultados aquí obtenidos indicarían que este sistema de labranza contribuyó a disminuir la infestación de malezas invernales, lo cual es clave dada la baja habilidad competitiva del cultivo en los primeros estadios de desarrollo.

**Palabras claves:** labranza cero, labranza convencional, horticultura, Hilario Ascasubi

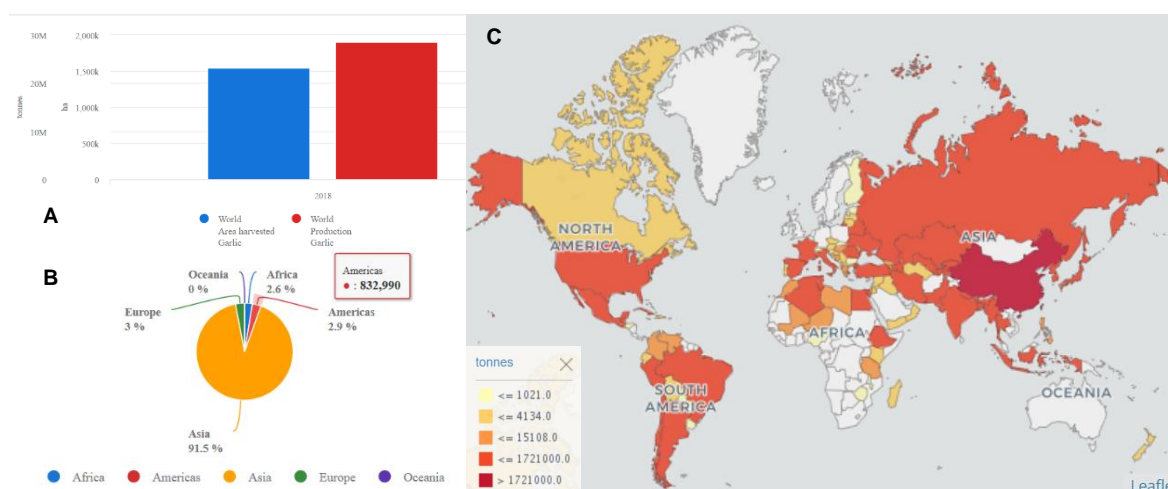
# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Taxonomía y origen

El ajo común (*Allium sativum* L.) pertenece a la familia de las Alliáceas según la taxonomía moderna (Burba, 2003) siendo una de las plantas hortícolas más antiguas. Su origen radica en el centro y sur de Asia desde donde se propagó al área mediterránea y de ahí al resto del mundo. Se cultiva desde hace miles de años, estimándose que 3.000 años A.C., ya se consumía en la India y en Egipto. A finales del siglo XV los españoles lo introdujeron en el continente americano (Payssé Salgado *et al.*, 2016).

## 1.2. Importancia económica

Según la FAO (FAOSTAT, 2020) la producción mundial de ajo en 2018 abarcó las 28.494.130 toneladas (t) en un área cosechada de 1.546.741 ha (Figura 1A). El mayor porcentaje de la producción correspondió a China e India (Figura 1C) y solo un 2,9 % al continente americano alcanzando las 832.990 t (Figura 1B). La cosecha argentina abarcó 1.481.156 t en 15.446 ha con un rendimiento de 95.916 kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Producción de ajo en 2018. **A.** Producción mundial (t) y área cosechada (ha). **B.** Proporción de producción por continente. **C.** Producción por país (t). Adaptado de FAOSTAT (2020)<sup>1</sup>.

De los 2000 productores de ajo nacionales, en su mayoría medianos y pequeños, el 85 % se encuentra en la región de Cuyo seguido por Córdoba y Buenos Aires (Burda, 2003). Dentro de la región semiárida del sudoeste bonaerense, el cultivo se produce satisfactoriamente bajo riego en los partidos de Villarino y Patagones.

El ajo es una de las hortalizas más importantes de la Argentina, tanto desde el punto de vista social por la mano de obra que ocupa, como del económico. La cadena agroalimentaria de esta especie encuentra numerosos eslabones tales como productores, proveedores de insumos y proveedores de servicios (Burda, 2003). En el país, el 60 % de la producción se

destina a exportación en fresco (sin industrializar), el 25 % a mercado interno fundamentalmente *in natura*, el 10 % se destina a “semilla” y el 5 % restante a procesos industriales (ajos deshidratados, en pasta, extractos oleosos, acuosos, alcohólicos, etc.;Burba, 2003).

### **1.3. Usos y propiedades del ajo**

El ajo se produce para consumo siendo fundamentalmente un condimento, sin embargo, forma parte de la medicina popular de numerosos pueblos del mundo desde hace más de 6.000 años (Burda, 2003).

En su composición posee un 70 % agua; 23-28 % hidratos de carbono; 5-6,7 % proteínas; 0,1-0,3 % lípidos y múltiples elementos minerales y vitaminas. Por su alto contenido en potasio, colabora en la eliminación de toxinas. Ofrece también magnesio, el cual ayuda en la reducción de azúcares y en menor cantidad calcio, hierro, selenio, sodio (Payssé Salgado *et al.*, 2016).

Su contenido en alicina y ajona lo convierte en un alimento con grandes propiedades terapéuticas. La ajona, sustancia volátil que se obtiene al ser machacado, es un aliado contra los coágulos de sangre, recomendándose en enfermedades cardíacas. La alicina es vasodilatador, ayudando a que la sangre llegue a todo el cuerpo y de esta manera se prevenga la formación de placas de ateroma por el colesterol. Este efecto vasodilatador también ayuda a controlar la hipertensión y por tanto prevenir enfermedades cardíacas (Payssé Salgado *et al.*, 2016).

Las sustancias encontradas en los aceites esenciales matan o detienen el desarrollo de las bacterias tuberculosas, tíficas y disentéricas (Marrero Terán *et al.*, 2009) y poseen además propiedades fungistáticas, hipolipemiantes, antiplaquetarias y antioxidantes (Burda, 2003). Se recomienda como tratamiento preventivo contra arteriosclerosis, gripe, asma y otras enfermedades (Marrero Terán *et al.*, 2009).

### **1.4. Morfología del cultivo de ajo**

El hábito de crecimiento de la planta de ajo es erguido. Presenta hojas opuestas, enfundadas o tubulares en la base de lámina lanceolada, sección angular, aquilladas y con cutícula muy cerosa (Figura 2; Aguilera, 2002). Por estas características, el cultivo no sombrea el suelo permitiendo la emergencia de un mayor número de malezas. El falso tallo y las hojas son responsables de la arquitectura de la planta, que a su vez determina su comportamiento en el manejo agronómico del cultivo (Burda, 2003). La arquitectura está dada principalmente por el ángulo de porte (ángulo de la lámina respecto a la planta, que se encuentra

perpendicular a la superficie del suelo) y el ángulo de aquillamiento (que tan plegada se encuentra la lámina sobre si misma respecto de la nervadura central).

La arquitectura de la planta debe ser tenida en cuenta para decidir la distribución de las mismas en el campo. Existen variedades de “rama corta y hojas anchas abiertas” como así también de “rama larga y hojas angostas erectas” con toda la variación intermedia, lo que regula de una u otra manera la intercepción de la luz y por lo tanto su modo de crecimiento. Asimismo, las diferentes formas de las plantas permiten adoptar varias estrategias de manejo, por ejemplo respecto a la aplicación de productos químicos (Burda, 2003).

El bulbo adulto (Figura 2) presenta un tallo subterráneo corto, comprimido en forma de disco (base del bulbo), donde se apoyan las hojas, muchas de las cuales están fuertemente modificadas (Aguilera *et al.*, 2002). Entre ellas se distinguen las hojas estériles (aquellas que envuelven el bulbo y no poseen “dientes” en sus axilas), denominadas vulgarmente como “chalias”, y hojas fértiles (que poseen “dientes” en sus axilas) (Burda, 2003).

Las hojas más externas, envolventes, se secan y constituyen las túnicas protectoras del bulbo (Aguilera *et al.*, 2002). Las mismas son generalmente blancas cuando están secas o posee vetas con tintes violáceos. Tanto estos pigmentos como los de los “dientes” son responsables de la denominación comercial de los ajos (ajos rosados, blancos, colorados, castaños, etc.;Burda, 2003).

Las hojas fértiles generan 1 a 4 bulbos en sus axilas y estos dientes conforman el bulbo. El número, tamaño, forma y color de los mismos depende de la variedad o del cultivar al que pertenezca y del manejo a que pudo ser sometido (Burda, 2003). Cada “diente” es un bulbo en potencia, y está formado desde afuera hacia adentro por:

- Hoja de protección. Es una vaina (carece de lámina), envolvente y lignificada, que por lo general está coloreada.
- Hoja de reserva. Se trata de un tejido compacto que representa más del 85 % del peso del bulbo. Las reservas acumuladas en ella serán utilizadas para la brotación del nuevo ejemplar.
- Hoja de brotación. Es la responsable de proteger al nuevo brote durante la emergencia. Tiene forma tubular (carece de lámina), y su crecimiento se inhibe ante la luz, dejando pasar a las hojas verdaderas.
- Hojas verdaderas. Son aquellas que poseen lámina, y que pueden ser estériles o fértiles.

Del diente de semilla o luego del disco emergen raíces en forma de cabellera. Las mismas son numerosas, finas con escasas ramificaciones secundarias, sin pelos radicales y superficiales (Aguilera *et al.*, 2002).



La inflorescencia, cuando se forma, corresponde a una umbela protegida por una hoja modificada como bráctea o espátula y sustentada por un escapo o tallo, de sección redonda, sólido de hasta un metro de largo y resultante de la elongación del entre nudo entre la última hoja y la espátula (Aguilera *et al.*, 2002). La emisión de escapos florales (denominados vulgarmente “canutos”, “tolas”, virotes”, “chifles”, etc.), puede decidir prácticas culturales como su momento y forma de corte (Burba, 2003). La umbela está compuesta por numerosas flores lavanda a blanco-verdoso que abortan en su mayoría y bulbillos muy pequeños que se forman en zonas meristemáticas (Aguilera *et al.*, 2002). Estos bulbillos aéreos pueden ser utilizados como órganos de multiplicación en algunos sistemas de producción de “semilla” (Burba, 2003).

### **1.5. Fisiología del cultivo**

La capacidad de un “diente” para transformarse en una nueva planta completa está fuertemente influenciada por el ambiente. La brotación, crecimiento, bulbificación, senescencia y dormición son etapas del ciclo de esta especie (Figura 2), cuyos requerimientos ambientales son marcadamente distintos (Burba, 2003).

Un “diente” separado de su bulbo “madre” recién cosechado es incapaz de brotar en condiciones ambientales normales para esa época debido al estado de dormición en que se encuentra (Burba, 2003). La dormancia corresponde a una suspensión del crecimiento visible por factores fisiológicos internos (Aguilera *et al.*, 2003). Este período de dormición es variable según los cultivares y las condiciones de almacenamiento de esos bulbos (fundamentalmente temperatura y humedad relativa del ambiente; Burba, 2003) y puede romperse de manera natural o artificial con una temperatura de 7 °C por un tiempo variable según el cultivar (Aguilera *et al.*, 2003).

Una vez dada la brotación el cultivo continúa con su crecimiento y desarrollo estando los procesos metabólicos orientados a formar raíces y hojas (Aguilera *et al.*, 2002). El crecimiento del ajo es lento y prolongado, lo cual, sumado al limitado desarrollo radicular, van en detrimento de su habilidad competitiva (Larriqueta & Wittenstein, 1997). A su vez, durante este período acumula horas de frío. Luego se da un período de diferenciación de yemas y formación de dientes, mientras tanto la planta continúa formando hojas (Payssé Salgado *et al.*, 2016).

El ajo requiere para su bulbificación cumplir con la acumulación de determinadas horas de frío (vernalización) y crecer con días relativamente largos (ambos requerimientos son variables según cultivares; Burba, 2003). Estos requisitos los cumple a lo largo de los 8 a 9 meses que dura el ciclo del cultivo.

Los rendimientos del cultivo son proporcionales a la longitud del período de crecimiento (entre brotación y bulbificación), y a la cantidad de follaje lograda en este último momento. Dicho de otra manera, mientras más sustancias de reservas se hayan acumulado en hojas en

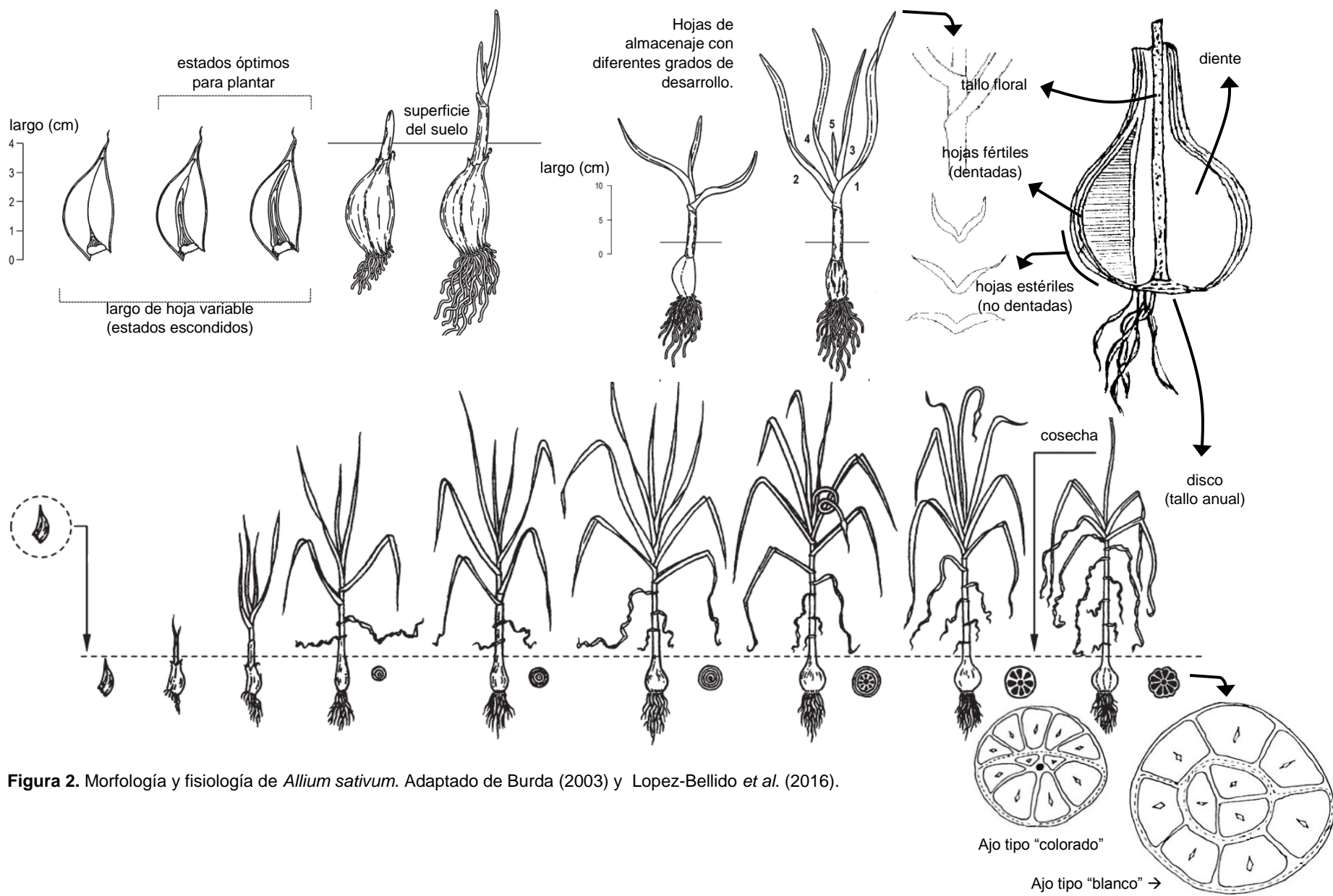
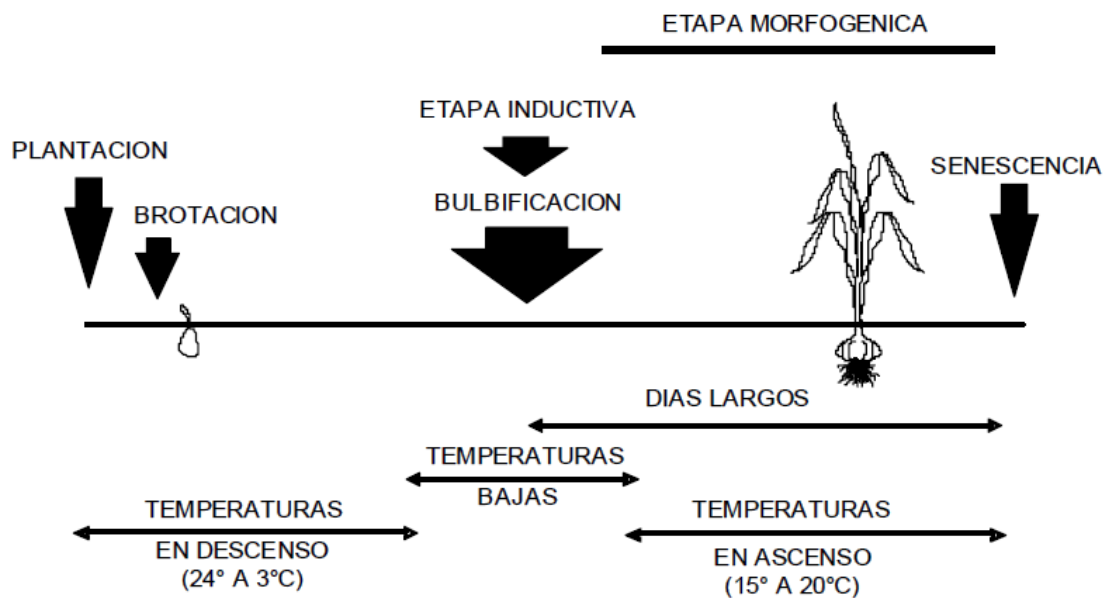


Figura 2. Morfología y fisiología de *Allium sativum*. Adaptado de Burda (2003) y Lopez-Bellido et al. (2016).

el momento de la inducción para bulbificar, mayores serán las “descargas” al bulbo en el período de crecimiento de este y por lo tanto será de mayor peso (Burba, 2003).

Durante el inicio de bulbificación se produce la máxima absorción de nutrientes y de agua (Aguilera *et al.*, 2002) dado que se genera una fuerte translocación de nutrientes desde las hojas (Payssé Salgado *et al.*, 2016).



**Figura 3.** Requerimientos térmicos del cultivo de ajo a lo largo de su ciclo. Adaptado de Portela (1996).

Finalmente, la última etapa corresponde a la declinación de follaje en que la planta pierde una hoja cada dos días y amarillea rápidamente y se completa la formación del bulbo (Payssé Salgado *et al.*, 2016)

## 1.6. Generalidades del manejo del cultivo

### 1.6.1. Previo a la plantación: selección del terreno y del material a plantar

Para seleccionar el lote donde se llevará a cabo la producción, es importante realizar los análisis de suelo antes de realizar la plantación ya que las características físico-químicas del mismo son determinantes del éxito o el fracaso del cultivo. Los análisis mínimos son: pH, conductividad eléctrica, textura, y nitrógeno, fósforo y potasio. El contenido de materia orgánica es un factor importante para el manejo del agua del riego (infiltración y retención) (Burba, 2003).

Consideraciones al seleccionar el lote para cultivar ajo:

- No se recomienda la implantación de cultivo en suelos con la capa freática a menos de un metro de profundidad. De lo contrario se debe solucionar el problema de drenaje previo a la plantación (Burba, 2003).

- Se debe evitar lotes con antecedentes de ajo o cebolla, dado que al pertenecer a la misma familia botánica comparten enfermedades y plagas. Es común que en los restos (descartes) de los cultivos antecesores queden adversidades en estado de reposo.

Consideraciones al seleccionar el material a sembrar:

- Se deben elegir cultivares que respondan favorablemente a las condiciones agroclimáticas de la zona, a los fines de asegurarse buenas posibilidades de éxito comercial (Burba, 2003). Es necesario tomar recaudos para asegurar que las "semillas" adquiridas correspondan estrictamente a la identidad solicitada (Burba, 2003).
- Aspectos físicos a considerar se vinculan con bulbos bien formados, sanos, firmes, enteros no menores a calibres entre 6-4 g (Burba, 2003).
- La "semilla" debe encontrarse libre de nemátodos (*Ditylenchus dipsaci*), de inóculo de "podredumbre blanca" (*Sclerotium cepivorum* y *Sclerotium rolfsii*) y poseer niveles de eriófidos (*Aceria tulipae*) menores a 50 ejemplares/kg (Burba, 2003).

### 1.6.2. Plantación

El momento óptimo para la plantación debe ser "lo más temprano posible, pero con el diente lo más despierto posible". Ello implica rápida emergencia y un largo período entre emergencia y bulbificación responsable de una gran biomasa (Burba, 2003).

La densidad variará con la variedad, el tamaño de semilla empleada y el destino de la producción (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número indicativo de "dientes" de ajo por metro lineal según los tipos comerciales, destino de la producción y tamaño de la "semilla". Extraído de Burba (2003).

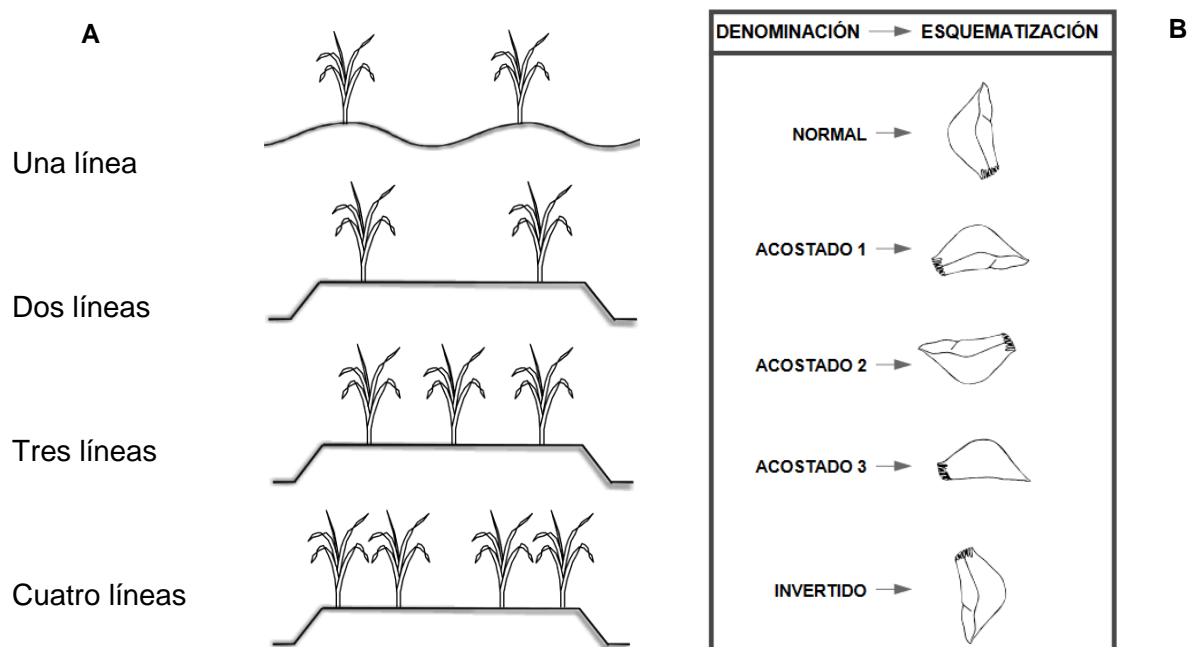
Tipos y destino Tamaño "semilla"	"morados" y "blancos"			"colorados" y "castaños"		
	C	S	I	C	S	I
Grande	10	12	14	12	14	16
Mediana	12	14	16	14	16	18
Chica	14	16	18	16	18	20

**C:** Consumo    **S:** Semilla    **I:** Industria

La profundidad de siembra varía entre 2 a 8 cm dependiendo del tamaño del diente y de la época de plantación (Burba, 2003). En plantaciones tempranas la superficie del suelo presenta una temperatura más cálida siendo mayor la evaporación por lo que se recomienda sembrar a mayor profundidad (Burba, 2003).

Existen básicamente dos sistemas de plantación, estos son los de línea simple o múltiples (2-4) (Figura 4A), los que a su vez pueden realizarse en forma manual o mecánica.

La posición de los dientes puede tener influencia tanto en los aspectos cualitativos (deformaciones) como en los cuantitativos (rendimientos). Los dientes pueden caer "parados", "acostados de lado", "acostados de lomo", "acostados de panza" o "de cabeza" (Burba, 2003).



**Figura 4. A.** Modalidades de plantación. **B.** Posiciones posibles de la "semilla" de ajo al caer al suelo. Extraído de Burba (2003).

### 1.6.3. Posterior a la plantación: riego y manejo nutricional

El ajo, que posee un sistema radical en cabellera de relativamente escasa profundidad, no tiene períodos críticos para sequía, en realidad todos los son, por lo que se debe mantener el suelo prácticamente a capacidad de campo (Burba, 2011).

Dado que el nitrógeno es normalmente el único nutriente en disponibilidad insuficiente para el cultivo de ajo, se considera como fertilización básica el uso de este elemento en cualquiera de sus formas repartidos en tres aplicaciones durante el cultivo de manera de acompañar el crecimiento del mismo (Burba, 2003).

Inmediatamente después de cada fertilización se realiza un riego controlado, de avance lento para evitar el arrastre del abono. Es conveniente enterrar el fertilizante muy superficialmente para evitar roturas de raíces y por otro lado evitar su arrastre al pie del surco (Burba, 2003).

### 1.7. Manejo de malezas

Dada la duración del ciclo del cultivo, el ajo se encuentra amenazado por malezas de otoño, invierno, primavera y verano (Larriqueta & Wittenstein, 1997). El efecto negativo

producido por el enmalezamiento radica principalmente en las mermas de rendimiento por competencia por agua, nutrientes y luz (Larriqueta & Wittenstein, 1997). Como se mencionó anteriormente, el cultivo posee una escasa habilidad competitiva, de manera que una población de 50 malezas/m<sup>2</sup> puede disminuir el rendimiento de los bulbos en un 60-70 % (Campeglia, 1993). Por otro lado, puede haber pérdida de bulbos por quedar enterrados al momento de la cosecha, al verse dificultada esta tarea por las malezas (Larriqueta & Wittenstein, 1997).

La competencia de malezas se manifiesta espacial y temporalmente (Portella, 1996). En la competencia espacial cobra importancia la cantidad de individuos por unidad de superficie (plantas m<sup>-2</sup>), en el segundo caso, la etapa del ciclo de vida en que esos individuos interactúan (DDP, días desde plantación).

El período crítico de competencia (PCC) es el lapso de tiempo durante el cual la toma de recursos por las malezas afecta en mayor medida el rendimiento del cultivo (Portella, 1996). El ajo, a partir de los dos meses y medio de plantado consume completamente las reservas de la "semilla" por lo que se independiza manifestando un lento ritmo de crecimiento que genera una baja habilidad competitiva (Portella, 1996). Luego, cuando el cultivo se encuentra en la mitad de su ciclo productivo (15-18 semanas DDP) ingresa en una fase de crecimiento exponencial con una mayor capacidad para captar recursos (Portella, 1996). El lapso de este período difiere entre variedades y condiciones ambientales dado que influyen en la duración de las fases fenológicas.

Esto explica porque en la bibliografía se encuentran diferentes duraciones del PCC que van desde la sexta, según Ramírez & Altamirano (1989), a la décima o décimo tercera semana desde plantación (Agamalian & Kurtz, 1989) finalizando entre las semanas 15-18.

Establecer un período de competencia más amplio responde a una mayor tolerancia respecto a la pérdida de rendimiento potencial (Portella, 1996). En general se considera que en los primeros 90 días del cultivo, el control de malezas es imprescindible para permitir el afianzamiento y desarrollo inicial de las plantas (Larriqueta & Wittenstein, 1997).

El control de malezas se realiza generalmente tanto mecánica como químicamente. La ejecución de labranzas mecánico-manuales puede dañar al bulbo e inciden sobre los costos operativos (Larriqueta & Wittenstein, 1997).

En cuanto al control químico, existe una amplia oferta de productos que se aplican repetidas veces durante el ciclo del cultivo, incrementando los costos e impactando negativamente sobre el agroecosistema. Para seleccionar el herbicida adecuado se deben identificar a las malezas en estado de plántula y si el producto es de acción pre-emergente es necesario conocer la historia del lote para predecir las especies que irán apareciendo (Larriqueta & Wittenstein, 1997).

En definitiva, la elección del método de control o los productos químicos a usar está principalmente supeditada a las malezas presentes. Son numerosas las especies que crecen simultáneamente con el cultivo variando en función a las condiciones ambientales que determinan el clima y el microclima presente en cultivo. Entre ellos podemos destacar la zona, historia del lote, los riegos y fertilizantes aplicados, momento de plantación, labores realizadas y el banco de semillas de malezas presente en el suelo.

### **1.8. Comparación de sistemas de labranza: labranza convencional vs labranza cero**

Existen básicamente dos sistemas de labranza: la labranza convencional (LC) que consiste en remover total o parcialmente los primeros 15 centímetros del suelo para aflojarlo y airearlo y la labranza cero (L0) en la cual se siembra directamente sobre los restos del cultivo anterior sin remover la tierra.

Si bien en la LC se facilita el ingreso de agua, deja el suelo descubierto acelerando el proceso de degradación de la materia orgánica y aumentando el riesgo de erosión. Por el contrario, la L0 al no remover el suelo evita la erosión y la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera, disminuye la evaporación, mantiene la estructura y ahorra energía. Sin embargo, la intensificación en el uso de agroquímicos ha favorecido el desarrollo de especies de malezas resistentes y un incremento del impacto ambiental afectando la sustentabilidad de dichos sistemas.

En la actualidad la Argentina cuenta con el 91 % de la superficie agrícola bajo L0 representando un total de 33.189.742 ha (campaña 2016/2017-Aapresid). Sin embargo, este sistema no fue adoptado para la producción de hortalizas (D'Amico *et al.*, 2016).

Según D'Amico *et al.* (2016) son muchas las ventajas de la implementación de L0 en sistemas intensivos, las que se magnifican en zonas semiáridas y de riego como las que se encuentran en el VBRC, donde el caudal del río Colorado viene menguando en los últimos ciclos de riego. Las mismas incluyen:

- Drástica reducción en las labores en la etapa de preparación del suelo y menores intervenciones destinadas al control de malezas.
- Mejora de la economía del agua por aumentar la infiltración y la capacidad de retención hídrica y disminuir el escurrimiento superficial.

Por lo tanto, en el contexto agroecológico de las regiones mayoritariamente extra pampeanas, con ambientes sumamente frágiles, sensibles a la erosión y con un alto nivel de degradación, resulta imperativo desarrollar tecnologías conservacionistas (D'Amico *et al.*, 2016).

Tuesca & Puricelli (2001) describen como la acumulación de residuos de cultivos y malezas forma una cubierta superficial que afecta parámetros edáficos como la temperatura,



humedad, intensidad y calidad de luz, resistencias mecánicas, etc. que interfieren sobre la germinación y desarrollo de las plántulas de malezas. A su vez, la cobertura, en función a su calidad y cantidad, al interceptar la radiación de onda larga altera la composición lumínica y decrece la temperatura y la amplitud térmica en el suelo. Según sean los requerimientos de las temperaturas base para iniciar el proceso germinativo se verán modificados los flujos de emergencia de malezas. En cuanto a la calidad de luz, se verán influenciadas las especies que necesiten de una elevada relación rojo/rojo lejano para germinar.

La germinación de semillas de cultivos y malezas es afectada tanto por la magnitud como por las fluctuaciones en la humedad del suelo. Una reducción en la disponibilidad de agua puede provocar un establecimiento desuniforme del cultivo creando ambientes heterogéneos que permiten la germinación de malezas.

Además, la labranza afecta la distribución vertical de las semillas de malezas en el suelo. Al enterrarlas modifica la germinación y aumenta la longevidad de las mismas. Se han clasificado las malezas de acuerdo a su respuesta a la labranza en especies que aumentan o disminuyen su densidad con el laboreo y especies que muestran una respuesta inconsistente (Pollard & Cussans, 1981).

### **1.9. Descripción de la zona de estudio**

El Valle Bonaerense del Rio Colorado (VBRC) se ubica al sur de la provincia de Buenos Aires, aproximadamente a 100 km de Bahía Blanca y a 800 km de capital federal. Es delimitado por los paralelos 39°10' y 39°55' de latitud sur y los meridianos 62°05' y 63°55' de latitud oeste. Se encuentra compuesto por los partidos de Villarino y Patagones. La ruta nacional N° 3 lo cruza de norte a sur. El área abarca una superficie de 535.000 ha de las cuales 140.000 ha se hallan empadronadas con concesión de riego.

El Rio Colorado nace en la confluencia de los ríos cordilleranos Grande y Barrancas. Su curso atraviesa numerosos valles y planicies aptas para riego. Su régimen presenta dos ciclos definidos: primavera-verano, de altos caudales y otoño-invierno de caudales reducidos, característica que condicionaba el aprovechamiento del río hasta la construcción de Casa de Piedra (dique).

El valle tiene un clima semiárido templado que hace necesario el riego de los cultivos en forma permanente. La lluvia decrece de norte a sur, con una precipitación media de 400 mm anuales, concentrándose en otoño y primavera. La temperatura media anual es de 15°C y la región se encuentra libre de heladas durante 240 días.

Los suelos son muy variados, con predominio de molisoles y entisoles de textura franco arenosa con niveles de materia orgánica del 1 %. En los mismos es posible desarrollar una

amplia gama de cultivos, requiriéndose de un buen sistema de drenaje para evitar los problemas de salinidad.

En la campaña 2018/1019, del total de ha regadas, 108.678 ha fueron dedicadas a cultivos, de las cuales 9.708 ha para producción horticultura. A pesar de la baja participación en el área sembrada, 5 %, la horticultura tiene una gran incidencia en la economía regional. Según la última medición del Departamento de Economía de la UNS, cerca del 78 % de la riqueza generada por la región provino de la horticultura.

## **1.10. Hipótesis y objetivos**

### **Hipótesis**

El sistema de labranza (LC vs L0) incidirá en la dinámica de la emergencia, composición florística y nivel de infestación de malezas en el cultivo de ajo.

### **Objetivos específicos**

- Evaluar comparativamente el nivel de cobertura de malezas invernales en ambos sistemas.
- Evaluar la dinámica de emergencia y composición florística de la comunidad de malezas facultativas de invierno y primaverales bajo labranza convencional y labranza cero.
- Evaluar comparativamente el nivel de infestación de malezas en ambos sistemas.
- Evaluar diferencias en el rendimiento del cultivo entre sistemas de labranza.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Ensayo a campo**

Los ensayos se realizaron en la Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi ubicada sobre la ruta nacional 3, Km 794, partido de Villarino, provincia de Buenos Aires. El lote experimental provino de un sembrado de avena implantado como cultivo de cobertura, razón por la cual no se pastoreó ni cosechó. En el 2018 se cultivó ajo bajo las mismas condiciones que el presente ensayo. Durante los ocho años anteriores se cultivó trigo alternado con vicia en siembra directa.

Se estableció un cultivo de ajo bajo dos tratamientos según el sistema de labranza implementado: LC o L0. Se siguió un diseño en bloques en donde cada uno de los 6 surcos fue considerado un bloque (Figura 5).

El barbecho para ambos tratamientos se realizó 10 días antes de la siembra con la aplicación de Glifosato Panzer® Gold a razón de 2,5 l/ha en L0, mientras que para LC se realizaron tres pasadas de rastra de disco.

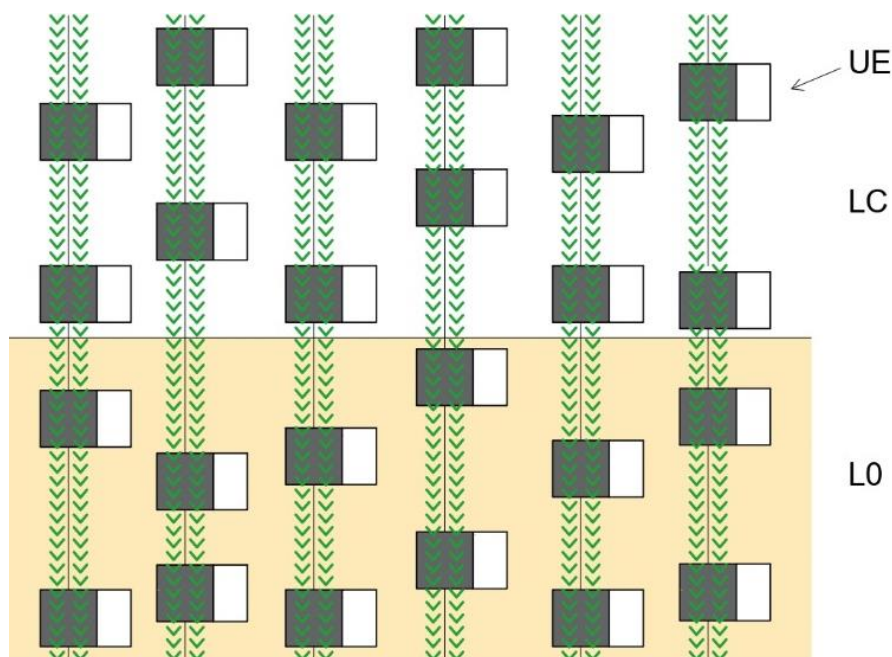
El 23 de abril de 2019 se llevó a cabo la plantación manual de “ajo colorado” en surcos de dos caras distanciados a 0,7 m. La densidad de plantación fue de 20 plantas por metro lineal (285.714 pl/ha). El trazado y apertura de las líneas de plantación se realizó con un equipo montado de dos líneas, compuesto por una cuchilla turbo y una púa recta en cada línea. Luego se colocaron los dientes en el fondo, el cerrado de surco, al igual que la plantación, se realizó en forma manual asegurando un adecuado contacto entre el diente y el suelo.

#### **2.1.2. Manejo del cultivo**

El control de malezas se realizó a la emergencia de las mismas. Previo a la siembra se realizó una aplicación de glifosato 2,5 l/ha y 30 días después se aplicó un gramínicida para el control de la emergencia de avena. Luego del relevamiento de malezas invernales se realizó un control de malezas manual.

## **2.2. Composición florística y cobertura de malezas invernales**

El 12-09-2019 se efectuó un reconocimiento de malezas invernales desarrolladas hasta el momento en ambos sistemas de labranza. Ese mismo día, se tomaron fotos de cada unidad experimental (UE) enmalezada y luego desmalezada y por diferencia se estimó el porcentaje de cobertura enmalezado mediante la App mobile, Sacha®.

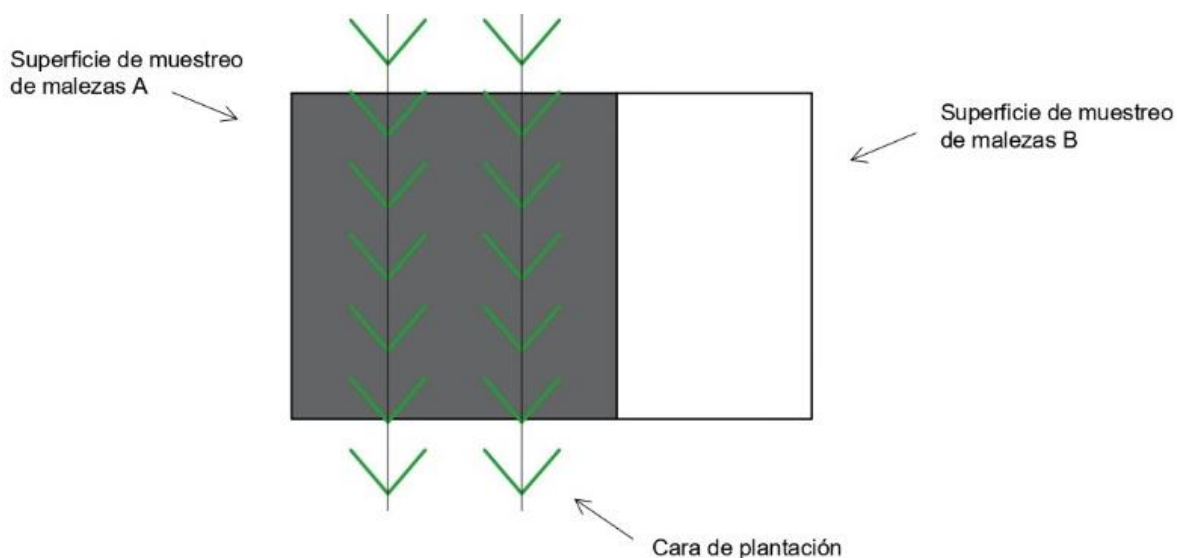


**Figura 5.** Representación esquemática del cultivo de ajo bajo los dos sistemas de labranza: labranza convencional (LC) y labranza cero (L0) con la disposición al azar de las unidades experimentales (UE).

### 2.3. Emergencia de malezas facultativas y estivales

En cada bloque se dispusieron dos UE al azar. Las UE estuvieron divididas en: (A) superficie en donde se encontraban las dos hileras de ajo ( $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m}^2$ ) y (B) superficie entre hileras de ajos ( $0,5 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,15 \text{ m}^2$ ) (Figura 6).

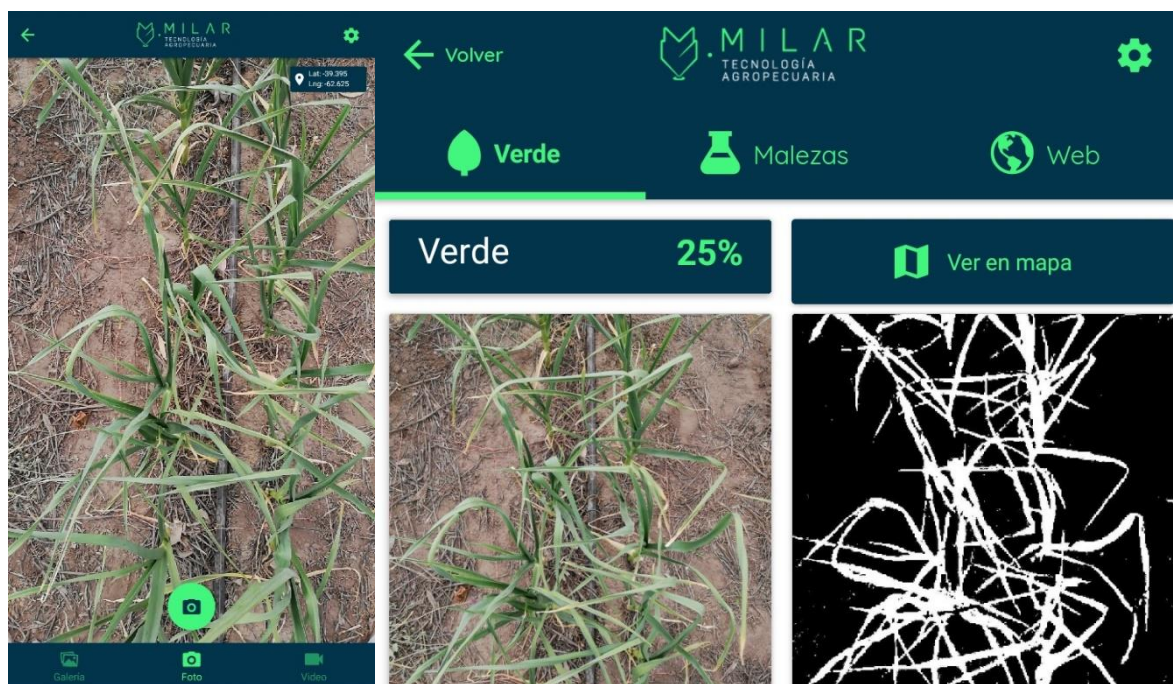
Quincenalmente, desde el 12 de septiembre al 19 de diciembre del 2019 (segunda mitad del ciclo del cultivo), se identificaron y contabilizaron las plántulas de malezas emergidas en cada región de las UE, obtenido así datos en 7 fechas distintas.



**Figura 6.** Representación esquemática de cada unidad experimental y sus dos áreas de muestreo, en las líneas de siembra y en los surcos entre surcos.

## 2.4. Seguimiento de la cobertura verde del cultivo

A fin de evaluar posibles diferencias del sistema de labranza sobre el crecimiento del cultivo, y por ende en el sombreado que efectúa sobre la superficie, en cada fecha de muestreo se midió el avance de la cobertura del cultivo una vez desmaleza la parcela mediante la App mobile, Sacha® (Figura 7) .



**Figura 7.** Evaluación del porcentaje de cobertura de una unidad experimental en un cultivo de ajo mediante la App mobile Sacha®.

## 2.5. Monitoreo de humedad y temperatura del suelo

En cada fecha de muestreo se tomaron muestras de suelo a 5 cm de profundidad en lugares representativos de ambos sistemas de labranza (Figura 8). Luego de ser pesadas y llevadas a estufa se determinó mediante diferencia de peso la humedad gravimétrica (HG) a través de la siguiente ecuación:

$$HG (\%) = \frac{\text{peso del suelo húmedo} - \text{peso del suelo seco}}{\text{peso del suelo seco} - \text{peso de capsula}} 100$$

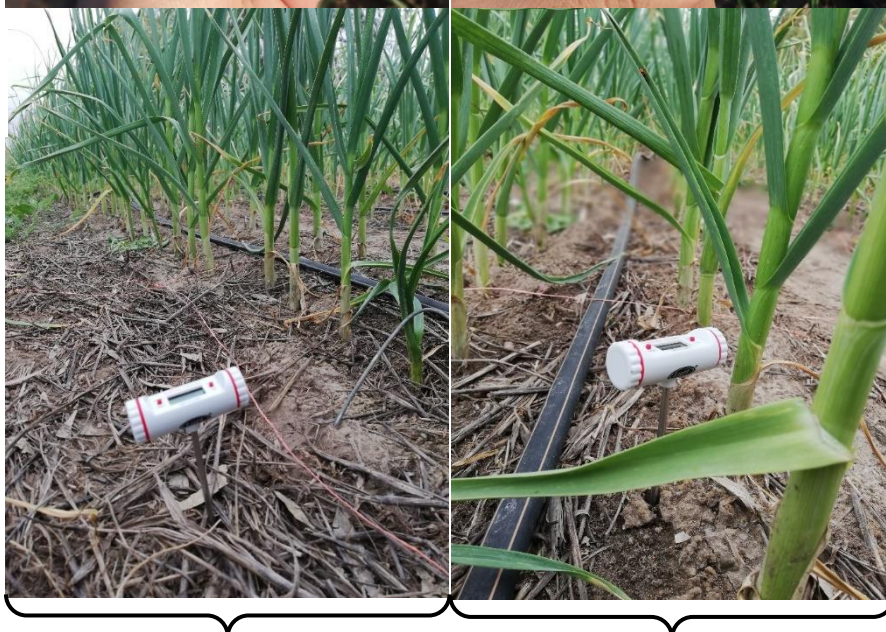
Para el registro de la temperatura del suelo (°C) se utilizó un termómetro digital. Se realizaron mediciones a 5 cm de profundidad en ambos sectores de cada UE, (A) y (B). Las mediciones se realizaron a partir de 8 de noviembre hasta la cosecha, obteniendo así cuatro mediciones.



### Monitoreo de la humedad del suelo



### Monitoreo de la temperatura del suelo



**Labranza cero EN**

**Labranza convencional AJ**

**Figura 8.** Muestras de suelo para ser pesadas y estimar la humedad (arriba) y termómetro digital midiendo la temperatura entre ajos (izquierda) y en el ajo (derecha).

## 2.6. Análisis de datos

El porcentaje de cobertura de malezas invernales se analizó mediante ANOVA seguido por el test de Tukey utilizando el software estadístico Infostat®. Debido a la interacción manifestada estadísticamente entre sistema de labranza\*ubicación respecto a la línea de siembra ( $p=0,07$ ; Anexo 1.I) los datos de ubicación (entre ajos y entre líneas) se analizaron por separado en función al sistema de labranza. No se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p>0,05$ ; Anexo 1.II) razón por la cual los datos dentro de cada sistema fueron agrupados previo a su análisis.

Se modeló la emergencia acumulada de las principales malezas: *Chenopodium album*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Hirschfeldia incana*, *Portulaca oleracea*, *Sonchus oleracea*, *Vicia sativa*, *Sonchus asper*, *Diplotaxis tenuifolia*. Para tal fin se calcularon los Cd acumulados durante el ciclo del cultivo considerando los datos de las temperaturas medias diarias a 5 cm de profundidad y la temperatura base de cada especie (Tabla 2). Se utilizó el software estadístico GraphPad Prism 8 complementado con EXCEL. Dado que los datos fueron tomados durante la primavera, los ciclos de emergencia se encontraron acotados a este período y los modelos de regresión no lineal no ajustaron para cuantificar dichos patrones de emergencia.

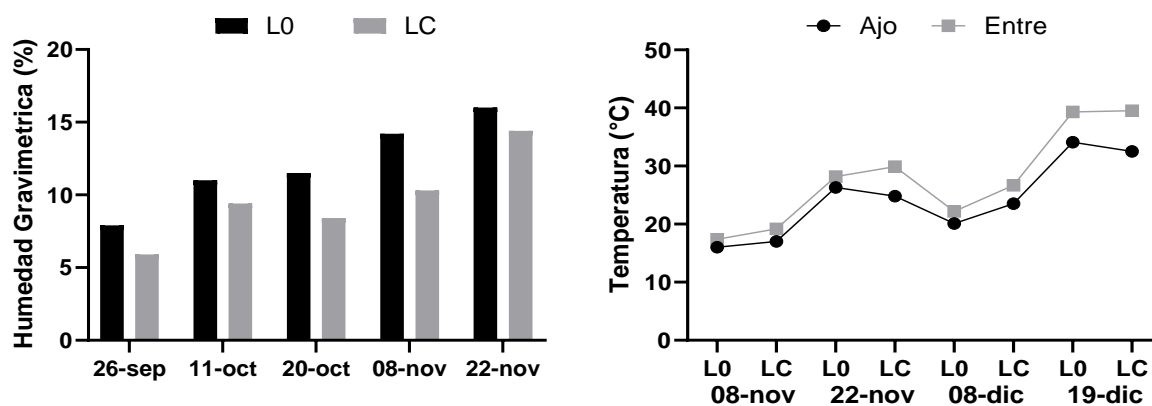
**Tabla 2** Temperatura base de las principales malezas presentes en el cultivo de ajo monitoreado.

Especie	Temperatura base (°C)	Fuente
<i>Chenopodium álbum</i>	4,2	Roman <i>et al.</i> , 2000
<i>Digitaria sanguinalis</i>	16,2	Steinmaus <i>et al.</i> , 2000
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>		
<i>Equinochloa crus-galli</i>	12,5	Steinmaus <i>et al.</i> , 2000
<i>Hirschfeldia incana</i>	6,5	Steinmaus <i>et al.</i> , 2000
<i>Portulaca oleracea</i>	7,5	Steinmaus <i>et al.</i> , 2000
<i>Sonchus asper</i>		
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,5	Steinmaus <i>et al.</i> , 2000
<i>Vicia sativa</i>	9,8	Renzi <i>et al.</i> , 2014

Alternativamente, se analizó la emergencia (plantas m<sup>-2</sup>) de las especies de mayor frecuencia de aparición en función de la fecha de muestreo, sistema de labranza y ubicación en la UE mediante análisis de ANOVA seguido de Test de Tukey. En los casos donde hubo significancia estadística entre interacciones se realizaron los desgloses correspondientes.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Humedad y temperatura del suelo



**Figura 9. A.** Humedad gravimétrica (%) y **B.** Temperatura (°C) del suelo a 5 cm de profundidad.



En todas las fechas el sistema de L0 a comparación de la LC mostró tener una mayor humedad en los primeros 5 cm de suelo (Figura 9), lo que puede deberse a una menor pérdida por evaporación debido al rastrojo en superficie (Gilley y Kottwitz, 1994; Shinnors, Nelson y Wang, 1994) produciendo una menor variación de la humedad (Sprague y Triplett, 1985).

Según el sistema de labranza, la temperatura tendió a ser mayor en LC, seguramente porque la radiación de onda larga no es interceptada por residuos como en L0 (Coote y Malcolm-McGovern, 1989; Teasdale, 1993). En la superficie donde se hallaba el ajo la temperatura fue menor que entre los surcos. Esto posiblemente puede deberse al sombreado de la misma planta.

### 3.2. Composición florística

La siguiente lista corresponde a todas las malezas observadas durante el ciclo del cultivo para ambos sistemas de labranza. En la Figura 10 se puede observar la emergencia acumulada en cada sistema de labranza.

<i>Centaurea calcitrapa</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Euphorbia serpens</i>
<i>Portulaca oleracea</i>	<i>Amaranthus hybridus</i>	<i>Lamium amplexicaule</i>
<i>Hirschfeldia incana</i>	<i>Centaurea repens</i>	<i>Lactuca serriola</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Rumex crispus</i>
<i>Diploaxis tenuifolia</i>	<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Rapistrum rugosum</i>
<i>Sonchus asper</i>	<i>Senecio vulgaris</i>	<i>Sonchus oleracea</i>
<i>Salsola kali</i>	<i>Tribulus terrestris</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Cichorium intybus</i>		

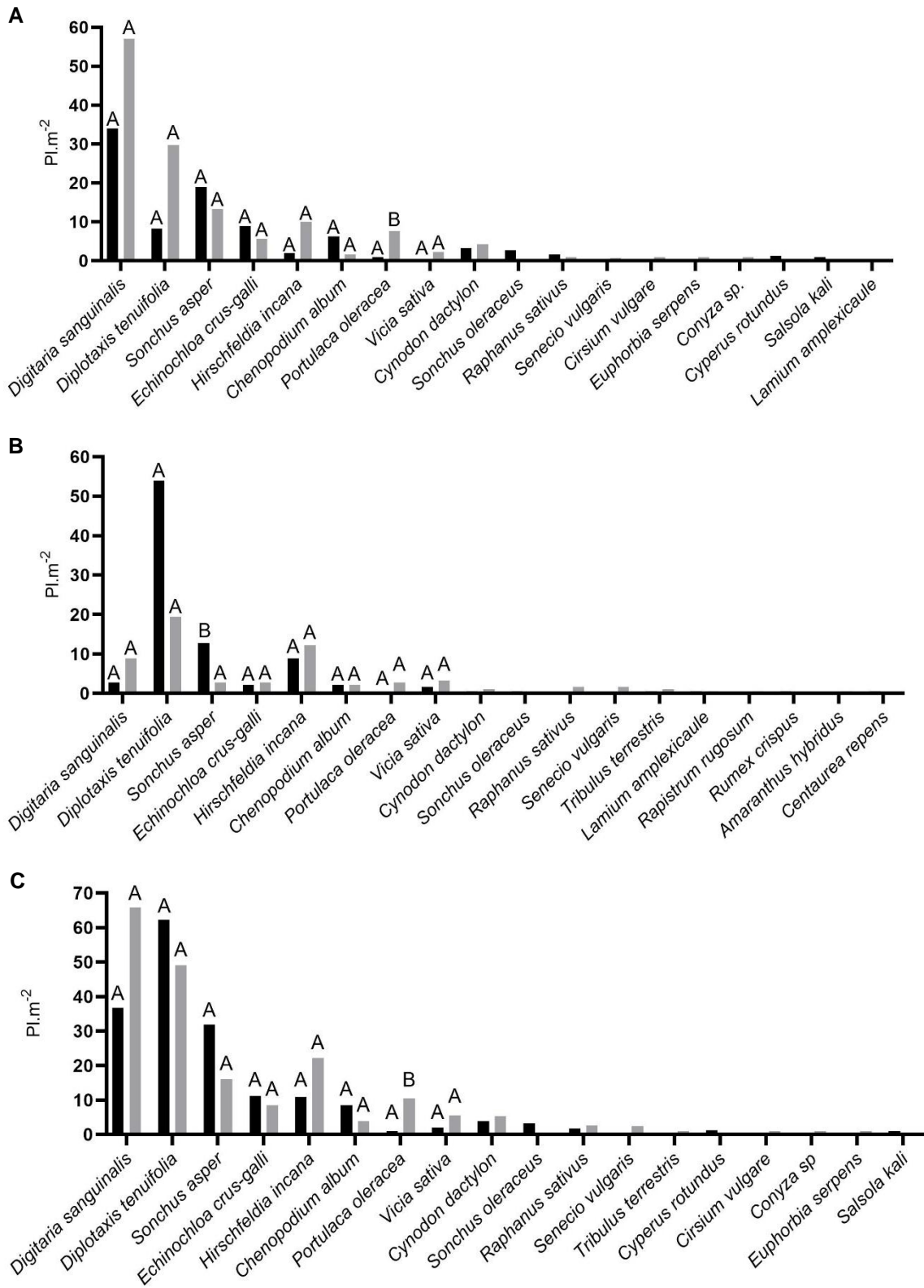
### 3.3. Composición florística y cobertura de malezas invernales

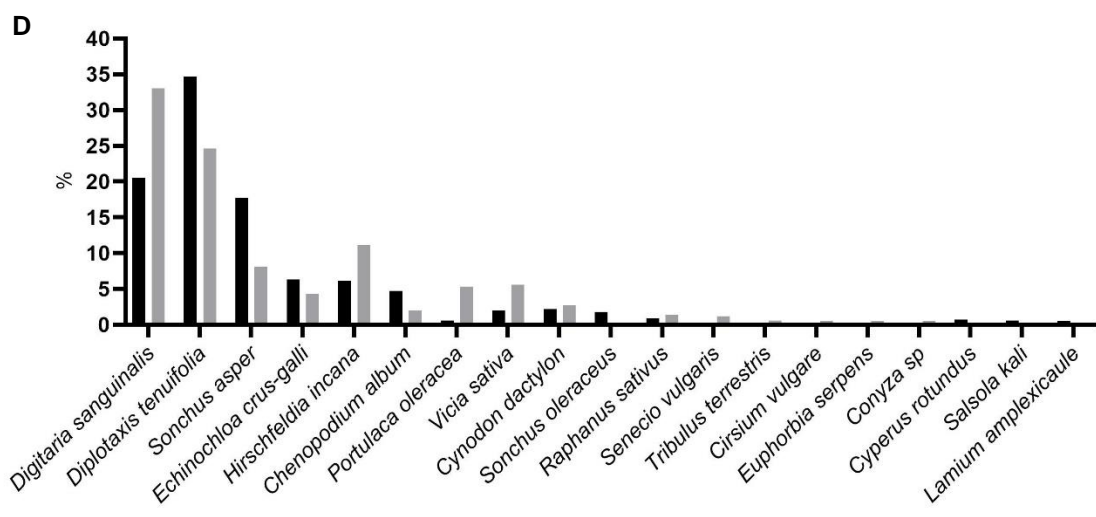
Las malezas invernales presentes al día 12-9-19 en cada sistema de labranza se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 3** Composición florística de las malezas invernales en un cultivo de ajo bajo labranza cero y bajo labranza convencional.

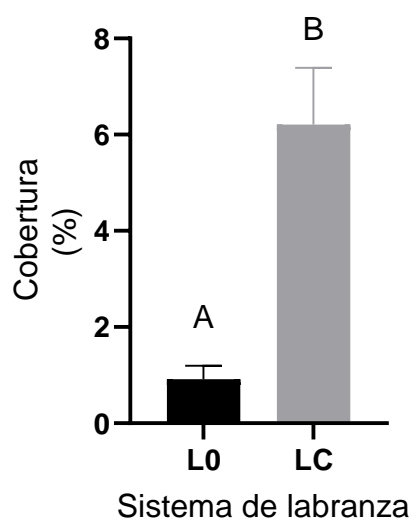
Labranza cero	Labranza convencional
<i>Carduus thoermeri</i>	<i>Carduus thoermeri</i>
<i>Vicia villosa</i>	<i>Vicia villosa</i>
<i>Centaurea solstitialis</i>	<i>Centaurea solstitialis</i>
<i>Raphanus sativus</i>	<i>Raphanus sativus</i>
	<i>Ammi majus</i>
	<i>Diploaxis tenuifolia</i>
	<i>Cirsium vulgare</i>

Bajo L0 el porcentaje de cobertura enmalezado por ejemplares invernales fue significativamente menor que para LC ( $p < 0,001$ ; Anexo 1.III; Figura 11).



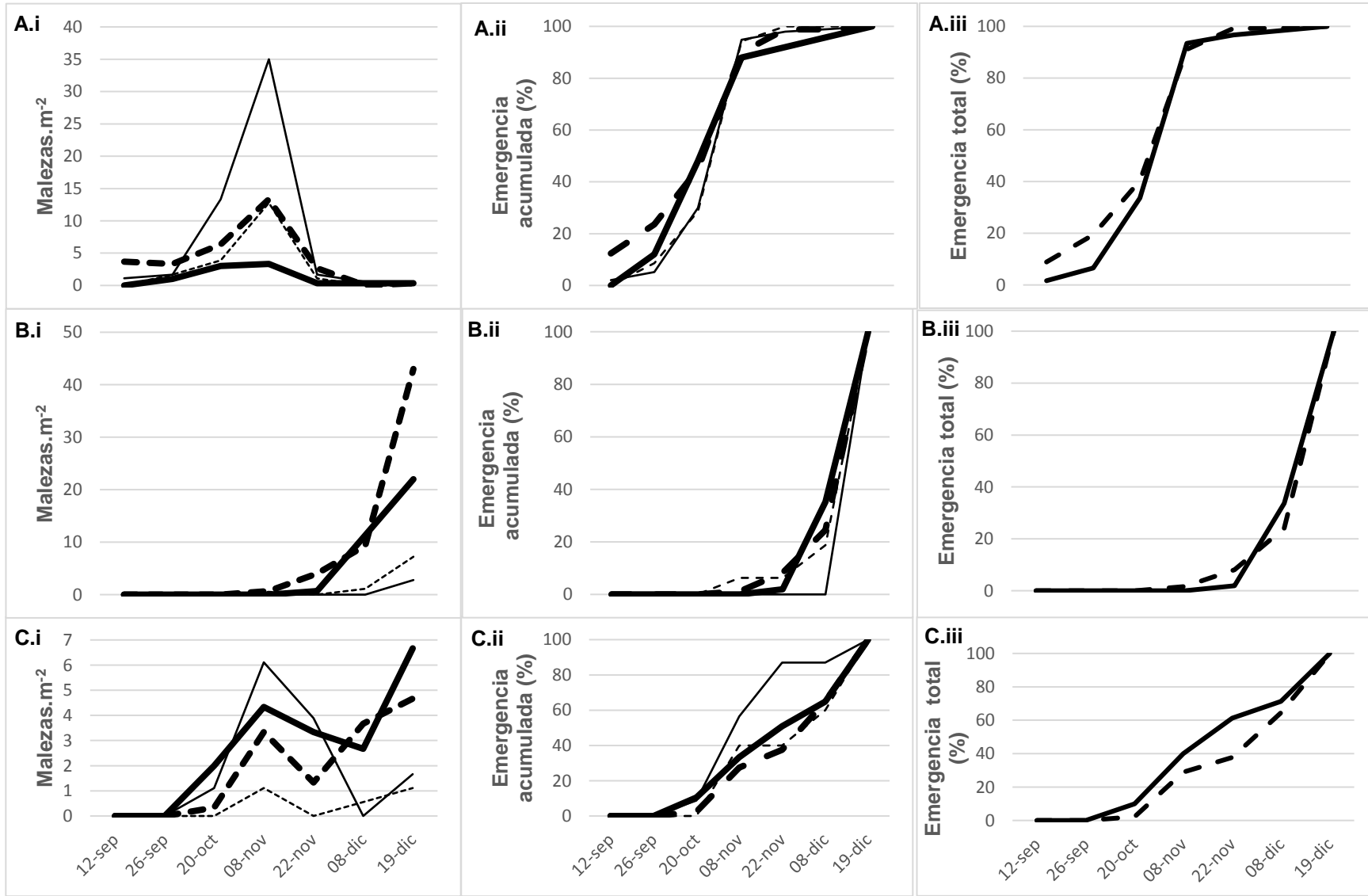


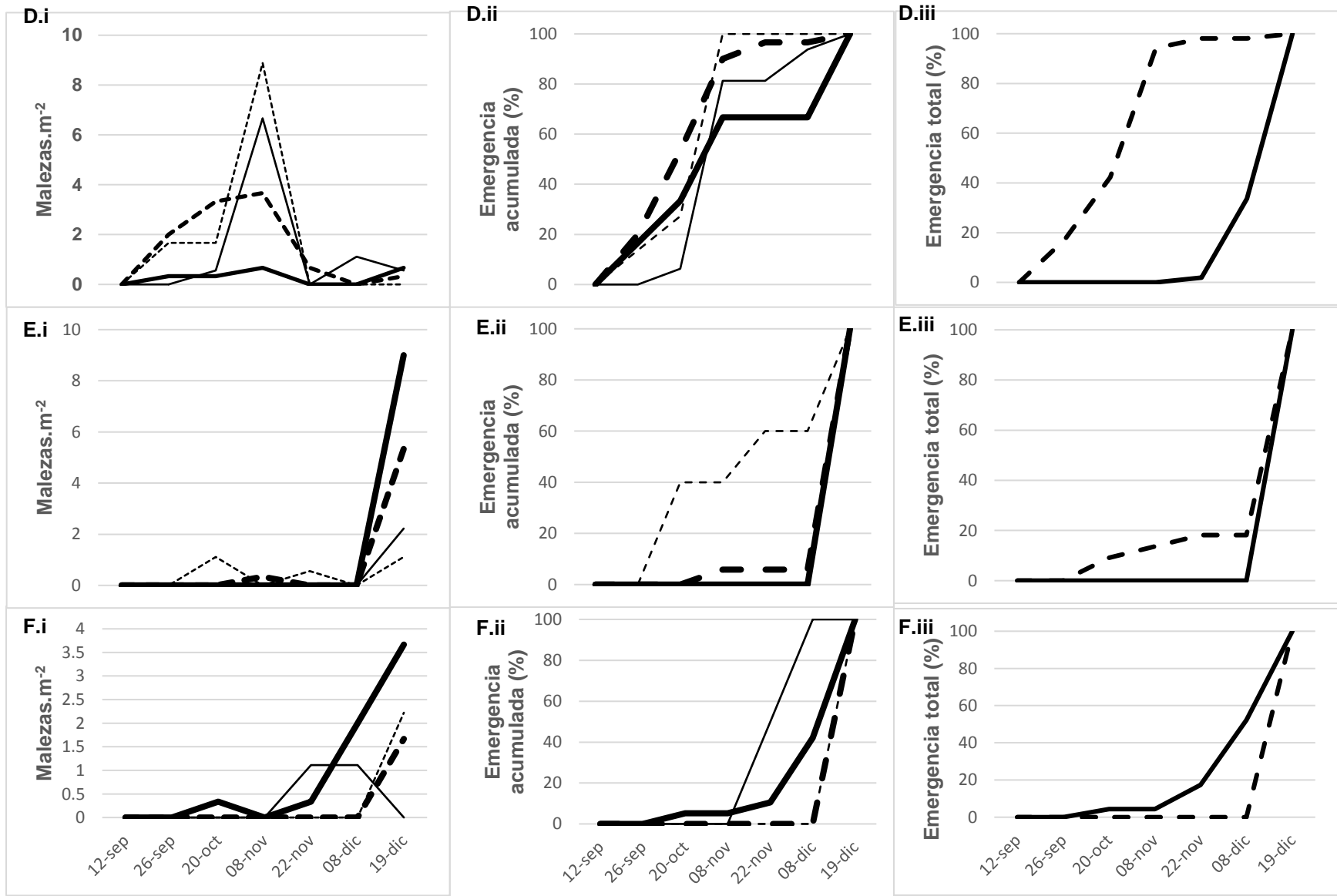
**Figura 10.** Emergencia acumulada de malezas estivales y facultativas de invierno en un cultivo de ajo bajo labranza cero (negro) y labranza convencional (gris) en **(A)** las líneas de ajo (pl/m<sup>2</sup>). **(B)** entre surcos (pl/m<sup>2</sup>). **(C)** Total (ajos + entre surcos) (pl/m<sup>2</sup>). **(D)** Porcentaje relativo (%) de emergencia acumulada durante la primavera.

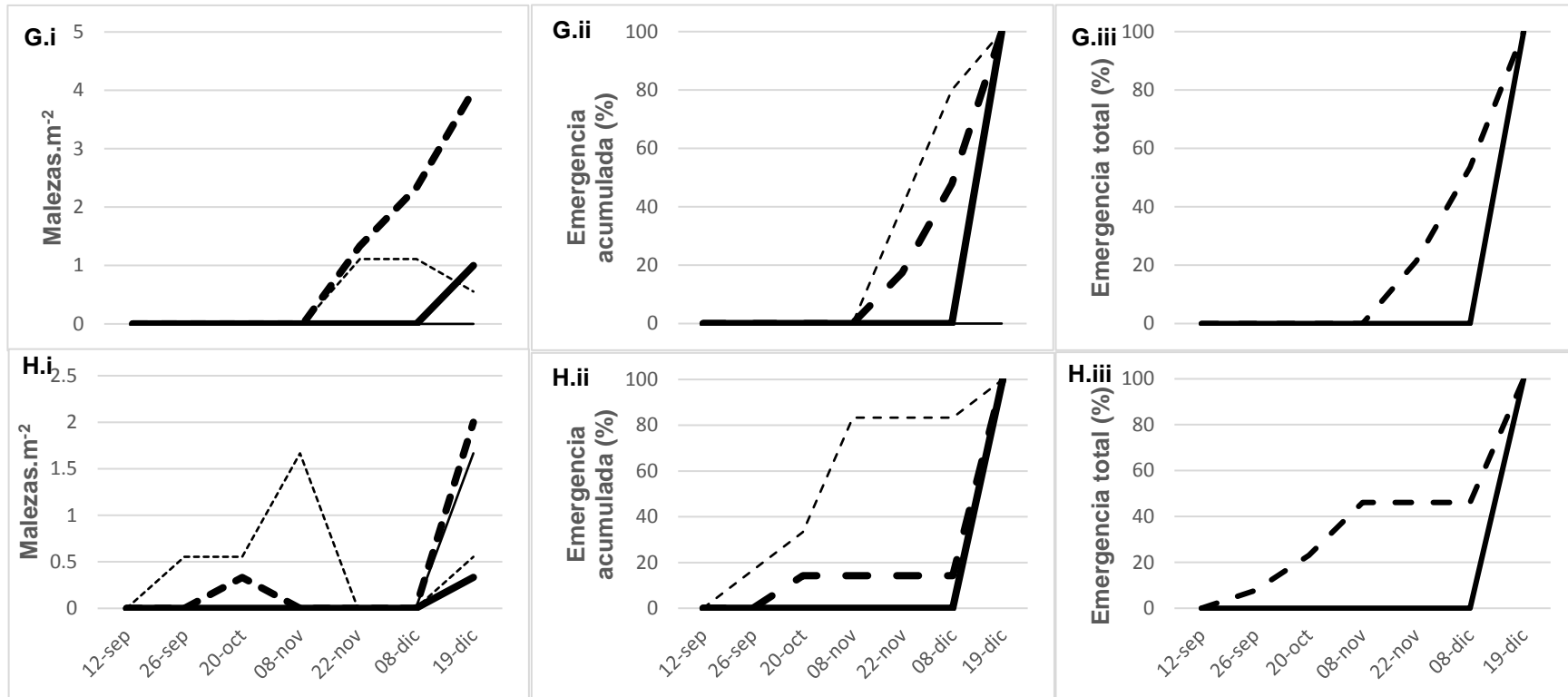


**Figura 11.** Medias retransformadas ( $\pm$ ES) de los porcentajes de cobertura de malezas invernales al día 12/09 en un cultivo de ajo realizado bajo labranza cero (L0) y labranza convencional (LC). Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según el test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3.4. Emergencia de malezas estivales e invernales facultativas







**Figura 12.** Plantas de malezas emergidas en un cultivo de ajo implantado bajo labranza cero (líneas sólidas) o labranza convencional (líneas punteadas). (i) Flujo de emergencia por metro cuadrado en la línea de siembra (líneas gruesas) y entre líneas (líneas finas). (ii) Emergencia acumulada en función del sistema de labranza y la ubicación respecto de las líneas de siembra y (iii) emergencia acumulada en función del sistema de labranza para **A)** *Diploptaxis tenuifolia*, **B)** *Digitaria sanguinalis*, **C)** *Sonchus asper*, **D)** *Hirschfeldia incana*, **E)** *Echinochloa crus-galli*, **F)** *Chenopodium album*, **G)** *Potulaca oleracea* y **H)** *Vicia sativa*.

A continuación, se discuten los resultados de las principales malezas.

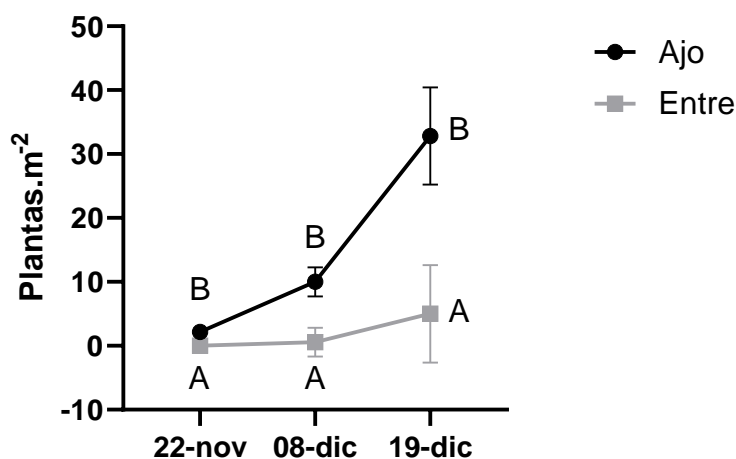
### ***Diplotaxis tenuifolia***

Si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la emergencia de la maleza entre sistemas de labranza, bajo L0 se manifestó un marcado pico de emergencia entre mediados de octubre y principios de noviembre. El elevado valor de plántulas se explica en una sola de las seis UE, siendo muy bajos los porcentajes de emergencia en las UE restantes. Esto abre la hipótesis de una gran reserva de semillas en el banco del suelo en ese sitio específico.

El pronunciado pico de emergencia se manifestó entre surcos alcanzando las 70 pl m<sup>-2</sup> en comparación a 10 pl m<sup>-2</sup> en la línea de ajos. Kleemann *et al.* (2007), evidenciaron una menor germinación de *D. tenuifolia* al disminuir la temperatura por debajo del óptimo (30 °C) y según Perez-Garcia *et al.* (1995) la temperatura óptima de germinación del género ronda en los 25 °C. Entre líneas la temperatura fue unos grados más elevada que entre ajos y esto podría explicar la diferencia en la emergencia entre estos sitios.

### ***Digitaria sanguinalis***

Por tratarse de una especie estival, la emergencia empezó a registrarse a partir de fines de noviembre. El aumento creciente de temperatura del suelo que ocurre durante la primavera, promueve la germinación de las semillas ya despiertas, siempre y cuando la temperatura del suelo sea superior a su temperatura base (T<sub>b</sub>=13,6 °C)<sup>3</sup>.



**Figura 13** Emergencia de *Digitaria sanguinalis* en un cultivo de ajo entre las líneas del cultivo (líneas negras) y entre surcos (líneas grises). Letras diferentes manifiestan diferencias significativas entre ubicaciones para cada fecha de muestreo según el test de Tukey con un  $\alpha=5$  %.

Como se observa en la Figura 13, se hallaron diferencias significativas en la emergencia de plántulas según la ubicación del muestreo, independiente del sistema de labranza, siendo

mayor la germinación en la línea de plantación del cultivo. Este resultado podría deberse al bulbo húmedo que genera el sistema de riego por goteo, mojando solo la superficie donde se halla el ajo. Posiblemente entre surcos no se alcanzó el un umbral mínimo de humedad para germinar ( $-0,03$  MPa; King & Oliver, 1994).

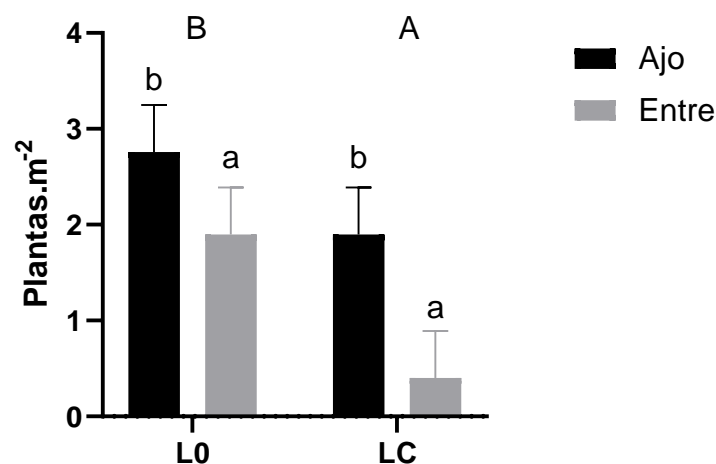
A su vez, fluctuaciones en la humedad del suelo causan un incremento en la germinación en suelos arenosos, debido a la mayor amplitud del ciclo de hidratación-rehidratación (Leguizamón & Lovato Echeverría, 2014)

Entre sistemas de labranza no hubo diferencias.

### ***Sonchus asper***

Se hallaron diferencias significativas tanto entre los sistemas de labranza como en la ubicación ( $p < 0,05$ ) presentando una mayor emergencia bajo L0 y, en ambos sistemas, junto al ajo en comparación a entre surcos (Figura 14). Varios estudios han demostrado que poblaciones de *Sonchus* se incrementaron rápidamente con el uso de labranzas conservacionistas (Tuesca & Puricelli, 2001). Esto puede deberse al pequeño tamaño de su semilla, por lo que se ve favorecida la emergencia al quedar en superficie.

*S. asper* es una especie facultativa, presentando principalmente un pico de emergencia en otoño y otro de menor magnitud en primavera, este último es el registrado en la presente tesis. Su intermitente y prolongado período de emergencia, el rápido desarrollo hasta madurez y la gran producción de semillas que se dispersan a largas distancias, hacen que la especie sea difícil de controlar (Hutchinson *et al.*, 1984).

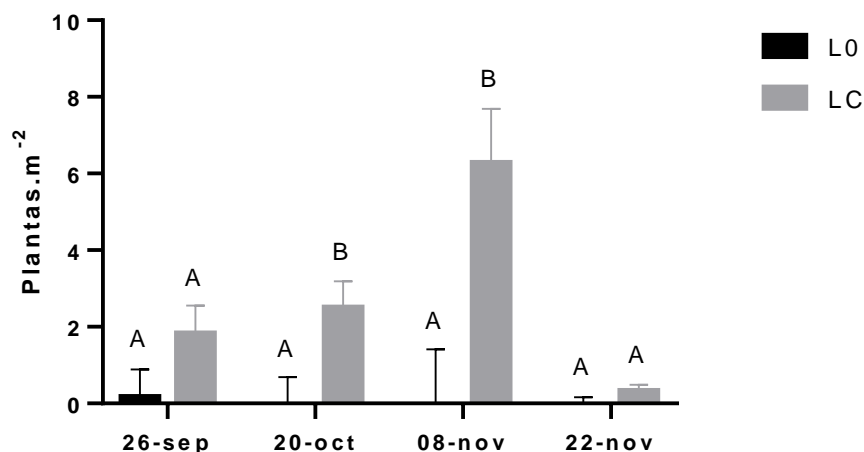


**Figura 14.** Emergencia (plántulas m<sup>-2</sup> ± ES) de *Sonchus asper* en un cultivo de ajo bajo labranza cero (L0) y labranza convencional (LC). Las barras negras corresponden al recuento en la línea de plantación y las grises entre surcos. Letras diferentes manifiestan diferencias significativas entre ubicaciones para cada fecha de muestreo según el test de Tukey con un  $\alpha=5\%$ .



## ***Hirschfeldia incana***

Una marcada diferencia en la emergencia se manifestó entre sistemas de labranza para *H. incana* ( $p < 0,05$ ) siendo mayor bajo LC. Si bien la maleza es considerada invernal se registraron nacimientos hasta fines de noviembre (Figura 15). La bibliografía describe una amplia ventana germinativa con óptimos que van desde los 20 a los 35 °C (Castro *et al.*, 2016).



**Figura 15.** Plántulas de *Hirschfeldia incana* emergidas por metro cuadrado ( $\pm$ ES) en un cultivo de ajo bajo labranza cero (L0) y labranza convencional (LC). Letras diferentes manifiestan diferencias significativas entre ubicaciones para cada fecha de muestreo según el test de Tukey con un  $\alpha=5\%$ .

Según (Marushia *et al.* 2012), *H. incana* es una especie que tolera muy bien períodos de sequía, aunque no muy prolongados (Castro *et al.*, 2016), por lo que se adapta a ambientes semiáridos y por lo tanto a la menor humedad disponible en el perfil bajo LC. A su vez, la labranza podría causar ruptura en los frutos indehiscentes estimulando la germinación en este sistema de labranza.

## ***Chenopodium album***

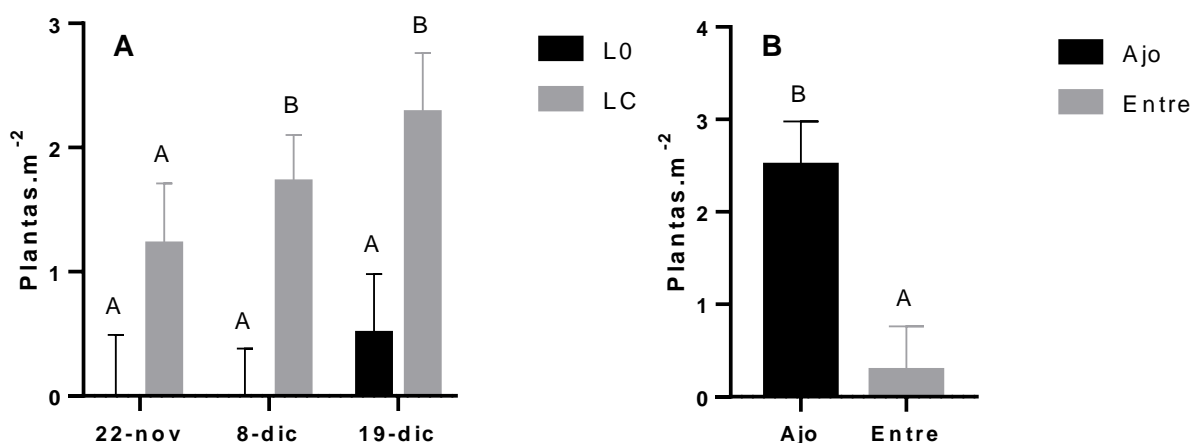
La “quínoa de hoja ancha” es una especie anual primavero-estival por lo cual su emergencia se pudo observar a partir del mes de octubre incrementándose notablemente durante el mes de noviembre y diciembre (Figura 12.F)

Cuando el análisis se discriminó por ubicación no se hallaron diferencias significativas. Sin embargo, al analizar los datos sin diferenciar respecto la zona de emergencia L0 presentó mayor cantidad de malezas. Esto concuerda con las conclusiones de los técnicos del INTA <sup>4</sup> donde *C. album* apareció más en siembra directa (L0).

## **Potulaca oleracea**

*Portulaca oleracea* es una especie característica de cultivos de verano cuyo pico de emergencia es la primavera tardía (Figura 16; Leiva & Iannone 1994), y por esta razón invade al cultivo de ajo durante las últimas semanas de su ciclo productivo. Las mayores fluctuaciones térmicas diarias y la mayor luminosidad, característica de un suelo bajo LC en comparación con L0, podrían justificar la mayor emergencia de la maleza en este sistema de labranza. Chauhan & Johnson (2007) describen la germinación de *P. oleracea* en una amplia ventana térmica estimulada por la luz, aunque algunas semillas pueden germinar en la oscuridad.

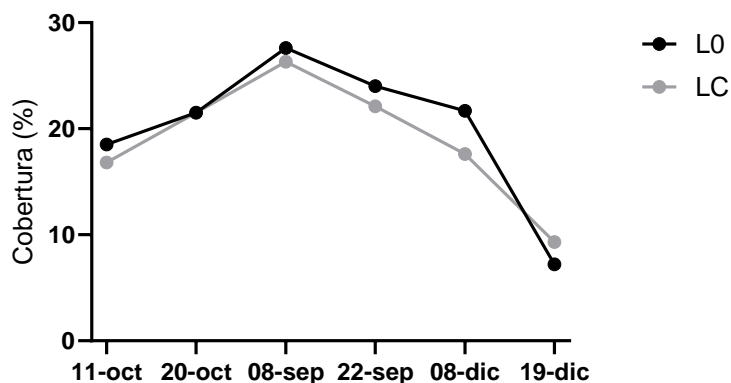
El resultado aquí presentado no coincide con lo citado por Chauhan & Johnson (2009) quienes obtuvieron una mayor emergencia de la maleza bajo labranza cero. Dichos autores atribuyen su resultado a la mayor emergencia que presenta *P. oleracea* cuando se encuentran sus semillas en o cercanas a la superficie del suelo.



**Figura 16.** Plántulas de *Portulaca oleracea* emergidas por metro cuadrado ( $\pm$ ES) en un cultivo de ajo **(A)** bajo labranza cero (L0) y labranza convencional (LC) y **(B)** entre la línea de siembra (barra negra) o entre surcos (barra gris). Letras diferentes manifiestan diferencias significativas entre ubicaciones para cada fecha de muestreo según el test de Tukey con un  $\alpha=5\%$ .

### **3.5. Seguimiento de la cobertura verde del cultivo**

Los datos de porcentaje de cobertura del cultivo evidenciaron diferencias estadísticas tanto entre los distintos sistemas de labranza ( $p=0,049$ ) como en las diferentes fechas analizadas ( $p<0,0001$ ). Como se observa en la Figura 17, durante la mayor parte del ciclo del cultivo L0 generaría una mayor cobertura, y por ende un mayor sombreado.



**Figura 17 Cobertura verde (%) para labranza cero (negro) y labranza convencional (gris) a lo largo del ciclo del cultivo. Estimados a través App mobile Sacha®.**

Los rendimientos del cultivo de ajo listos para comercialización fueron de 12.775 kg/ha (LC) y 12.236 kg/ha (L0), a nivel estadístico esta diferencia no es significativa (comunicación con Juan Pablo D´Amico – INTA Hilario Ascasubi).

Desde el punto de vista ecológico, Peralta *et al*, (2011) enumeran tres razones por las cuales el banco de semillas de malezas tendería a decrecer bajo el sistema de labranza cero:

- Disminuye la viabilidad de las semillas en el banco del suelo.
- Una mayor proporción de semillas se mantienen en la superficie del suelo donde son más vulnerables a la herbívora, infección por patógenos, destrucción por las inclemencias climática o sometidas a la acción directa de herbicidas.
- Reducción en la cantidad de semillas dormidas en el perfil.

#### 4. CONCLUSIÓN

- En todas las fechas analizadas, el suelo bajo L0 presentó un mayor contenido de humedad en los primeros 5 cm.
- En todas las fechas analizadas, bajo LC se registraron mayores temperaturas en los primeros 5 cm del suelo.
- En el relevamiento de malezas invernales la diversidad florística y el porcentaje de cobertura verde fue menor en L0. Este dato resulta relevante ya que el cultivo en sus primeras etapas posee baja habilidad competitiva.
- Hubo especies que se vieron significativamente beneficiadas por la humedad generada por el sistema de riego, como por ejemplo *D. sanguinalis*, *S. asper*, *P. oleracea*. Estas especies emergieron en mayor cantidad en la línea del cultivo que entre filas.

- Hay especies que requieren una rotura de fruto para que puedan germinar sus semillas, lo que explicaría en principio su mayor presencia bajo LC ( $p < 0,05$ ), por ejemplo *H. incana*.
- Algunas especies, al estar expuestas a mayores temperaturas e iluminación, se vieron favorecidas significativamente en LC, como por ejemplo *P. oleracea*.
- El sistema de labranza influye sobre el desarrollo de la cobertura verde ( $p = 0,049$ ).
- No se encontraron diferencias significativas en los rendimientos del cultivo obtenidos en ambos sistemas de labranza.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Agamalian, H., & Kurtz, E. (1989). Garlic weed competition. *California Agriculture*, 43(1), 11-12.
- Aguilera, A. P., Campillo, R. R., Celis, A. M., Díaz, J. S., Ferrada, S. N., Galdames R. G., (2002). Cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) para la zona sur de Chile. *Boletín INIA N° 84-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. 153 pp
- Burba, J. L. (2003). Producción de ajo. *Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA EEA La Consulta. Mendoza, Argentina*, 24-27.
- Campeglia, O. G. (1993). Competencia de las malezas con el cultivo de ajo. *Curso Taller sobre Producción, Comercialización e Industrialización de Ajo. INTA EEA La Consulta. Mendoza, Argentina*, 195-200.
- Castro, S. A., Figueroa, J. A., & Escobedo, V. (2016). Effect of the harvest year and cultivation temperature on the germination of *Hirschfeldia incana* (Brassicaceae): inferences on its invasiveness in Chile. *Brazilian Journal of Botany*, 39(1), 193-196.
- Chauhan, B. S., & Johnson, D. E. (2009). Seed germination ecology of *Portulaca oleracea* L.: an important weed of rice and upland crops. *Annals of applied biology*, 155(1), 61-69.
- Chauhan, B. S., & Johnson, D. E. (2007). Germination biology of *Portulaca oleracea* L. *Crop and Environmental Sciences, Division, IRRI*.
- D'Amico, J., Caracotche, M. V. & Varela, P. (2016). Labranza cero en la producción de hortalizas pesadas bajo riego.
- Hutchinson, I. A. N., Colosi, J., & Lewin, R. A. (1984). THE BIOLOGY OF CANADIAN WEEDS.: 63. *Sonchus asper* (L.) Hill and *S. oleraceus* L. *Canadian journal of plant science*, 64(3), 731-744.
- Kleemann, S. G., Chauhan, B. S., & Gill, G. S. (2007). Factors affecting seed germination of perennial wall rocket (*Diploaxis tenuifolia*) in Southern Australia. *Weed Science*, 55(5), 481-485.

- King, C. A., & Oliver, L. R. (1994). A model for predicting large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) emergence as influenced by temperature and water potential. *Weed Science*, 561-567.
- Larriqueta, J. E., & Wittenstein, F. L. (1997). Manejo de malezas en cultivo de ajo. En: 50 temas sobre producción de ajo. Catedra de terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Univ. Nac. De Cuyo. Mendoza, Argentina. Vol. 3. 143-147
- Leguizamón, E., & Lovato, R. (2014). *Digitaria sanguinalis* L.(Scop.) y otras gramíneas anuales. Bases para su manejo y control en sistemas de producción. *REM-AA PRESID. Manejo de Malezas Problema*, 4, 38.
- Leiva, P. & Iannone, N. (1994). Soja: el problema de las malezas y su control: 2ª parte. Carpeta de Producción Vegetal. Area Agronomía. *EEA.INTA Pergamino. Información N° 119*.
- Lopez-Bellido, F. J., Lopez-Bellido, R. J., Muñoz-Romero, V., Fernandez-Garcia, P., & Lopez-Bellido, L. (2016). New phenological growth stages of garlic (*Allium sativum*). *Annals of applied biology*, 169(3), 423-439.
- Marrero, T. A., Hernández, C. A., Caballero, G. R., Casanova, M. A., Jiménez, S., Iglesias, E. I. *et al.* (2009). Guía técnica para la producción del cultivo del ajo. Por una agricultura sostenible sobre bases agroecológicas. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. Ministerio de la Agricultura, 29 pp.
- Marushia, R. G., Brooks, M. L., & Holt, J. S. (2012). Phenology, growth, and fecundity as determinants of distribution in closely related nonnative taxa. *Invasive Plant Science and Management*, 5(2), 217-229.
- Payssé, S. D., Peñagaricano, J., Gorriti, P., & Bozzo., A. (2016). Producción integrada de ajo. Instituto nacional de investigación agropecuaria (INIA), *Editorial Hemisferio Sur S.R.L., Buenos Aires 335, Montevideo – Uruguay*, 50 pp.
- Peralta Caroca, R., Silva Candia, P., & Acevedo Hinojosa, E. (2011). Characterization of the weed seed bank in zero and conventional tillage in central Chile.
- Pérez-García, F., Iriondo, J. M., & Martínez-Laborde, J. B. (1995). Germination behaviour in seeds of *Diploaxis erucoides* and *D. virgata*. *Weed Research*, 35(6), 495-502.
- Pollard, F., & Cussans, G. W. (1981). The influence of tillage on the weed flora in a succession of winter cereal crops and a sandy loam soil. *Weed Research* 21, 185-190.
- Portela, J. A. (1996). El ambiente como regulador del desarrollo de las plantas. Su efecto sobre el ajo (*Allium sativum* L.). *EEA-La Consulta INTA. La Consulta, Mendoza, Argentina*. 21 pp.
- Ramirez, A., & Altamirano, S. S.,(1989) Período crítico de malezas en ajo. *Investigacion y Progreso Agropecuario La Platina*. 52, 44-47.

- Renzi, J. P., Chantre, G. R., & Cantamutto, M. A. (2014). Development of a thermal-time model for combinational dormancy release of hairy vetch (*Vicia villosa* ssp. *villosa*). *Crop and Pasture Science*, 65(5), 470-478.
- Tuesca, D., & Puricelli, E. (2001). Análisis de los cambios en las comunidades de malezas asociados al sistema de labranza y al uso continuo de Glifosato. *Díaz Rosselló, R., coord. Siembra directa en el Cono Sur. Montevideo, PROCISUR. Documentos*, 183-201.

### **Páginas de internet**

- <sup>1</sup>FAOSTAT (25/03/2020).
- <sup>2</sup> Proyecto | Corfo: <https://corfo.gob.ar/corfo/sobre-corfo/> (8/12/2020).
- <sup>3</sup> Red de conocimiento de malezas | APRESID: <http://www.roundupreadyplus.com.ar/descarga-contenidos-170/documento1-50ab94c04cd0d93d76bc53e8b52a4fb3> (05/02/2021).
- <sup>4</sup> INTA: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_barrow\\_-\\_malezas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_barrow_-_malezas.pdf) (05/02/2021)

## 6. ANEXO

### 6.1. Análisis de la varianza

#### 6.1.1. Análisis estadístico del porcentaje de cobertura de malezas invernales a la fecha 12/09/2019

##### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIZ Malezas	48	0,44	0,40	38,90

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,19	3	0,06	11,31	<0,0001
sistema	0,17	1	0,17	30,27	<0,0001
Ubicación	2,4E-03	1	2,4E-03	0,42	0,5180
sistema*Ubicación	0,02	1	0,02	3,24	0,0786
Error	0,24	44	0,01		
Total	0,43	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04331

Error: 0,0055 gl: 44

sistema Medias n E.E.

SD 0,13 24 0,02 A

LC 0,25 24 0,02 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04331

Error: 0,0055 gl: 44

Ubicación Medias n E.E.

ajo 0,18 24 0,02 A

línea 0,20 24 0,02 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08115

Error: 0,0055 gl: 44

sistema Ubicación Medias n E.E.

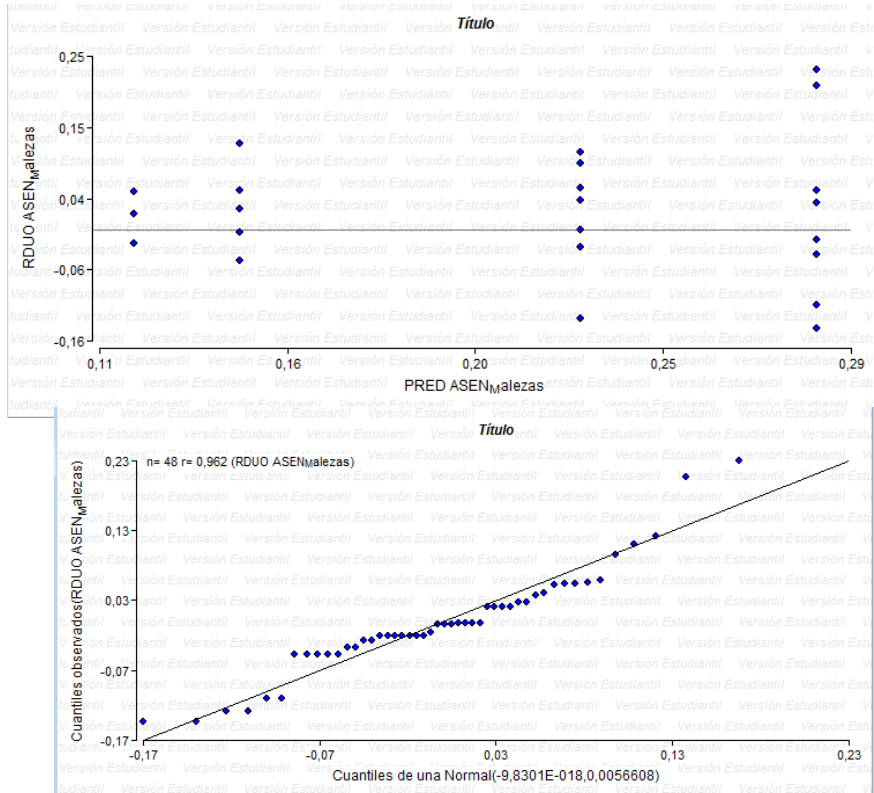
SD línea 0,12 12 0,02 A

SD ajo 0,14 12 0,02 A B

LC ajo 0,22 12 0,02 B C

LC línea 0,28 12 0,02 C

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



**Figura 18.** Análisis de supuestos de homocedasticidad (arriba, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, Q-Qplot) de los datos de cobertura de malezas invernales transformados con raíz cuadrada.

### 6.1.2. Análisis de ANOVA del porcentaje de cobertura de malezas invernales entre y en la línea de siembra del cultivo de ajo para los diferentes sistemas de labranza: SD-siembra directa y LC-labranza convencional

#### Análisis de la varianza

sistema	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LC	RAIZ Malezas	24	0,07	0,03	38,76

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	1	0,02	1,77	0,1972
Ubicación	0,02	1	0,02	1,77	0,1972
Error	0,21	22	0,01		
Total	0,22	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08220

Error: 0,0094 gl: 22

Ubicación Medias n E.E.

ajo 0,22 12 0,03 A

línea 0,28 12 0,03 A

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

sistema	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SD	RAIZ Malezas	24	0,09	0,05	30,82

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,7E-03	1	3,7E-03	2,20	0,1519
Ubicación	3,7E-03	1	3,7E-03	2,20	0,1519
Error	0,04	22	1,7E-03		
Total	0,04	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03451

Error: 0,0017 gl: 22

Ubicación Medias n E.E.

línea 0,12 12 0,01 A

ajo 0,14 12 0,01 A

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

### 6.1.3. Análisis de la varianza del porcentaje de cobertura de malezas invernales en el cultivo de ajo bajo diferentes sistemas de labranza: SD-siembra directa y LC-labranza convencional.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIZ Malezas	48	0,39	0,38	39,60

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	1	0,17	29,21	<0,0001
sistema	0,17	1	0,17	29,21	<0,0001
Error	0,26	46	0,01		
Total	0,43	47			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04404

Error: 0,0057 gl: 46

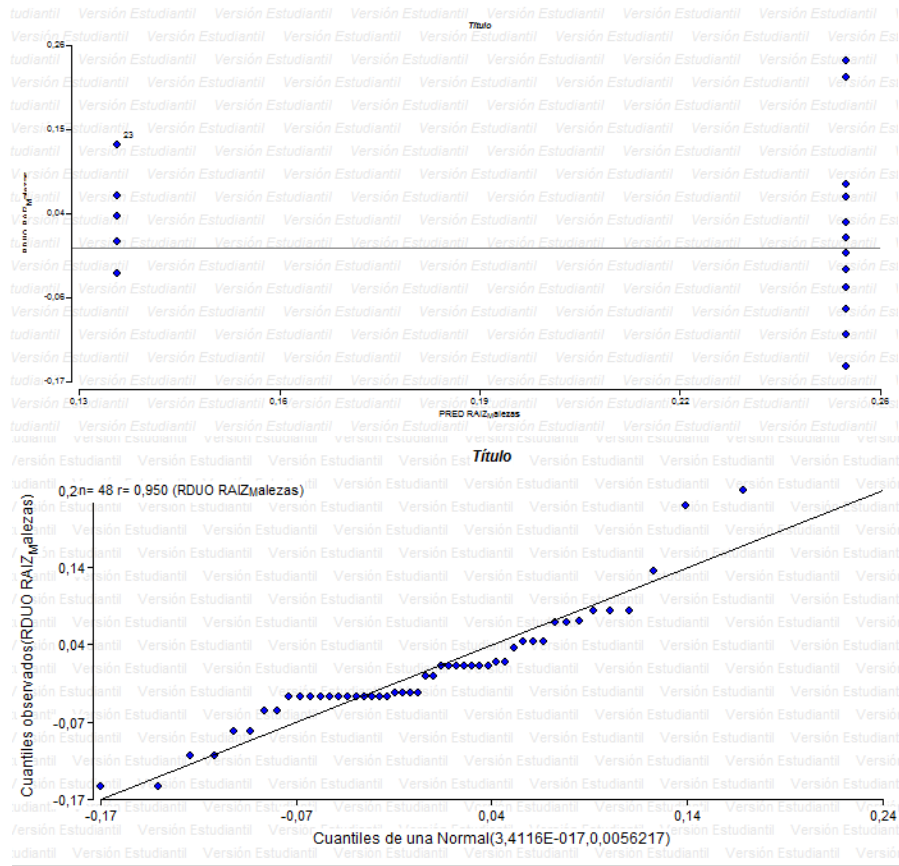
sistema Medias n E.E.

SD 0,13 24 0,02 A

LC 0,25 24 0,02 B

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





**Figura 19.** Análisis de supuestos de homocedasticidad (arriba, gráfico de dispersión) y de normalidad (abajo, Q-Qplot) de los datos de cobertura de malezas invernales transformados con raíz cuadrada.

## 6.2. Análisis de la varianza del porcentaje de cobertura de cultivo

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
§ Cobertura	72	0,64	0,57	14,80

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	911,57	11	82,87	9,63	<0,0001
Fecha	869,49	5	173,90	20,20	<0,0001
Sistema De Labranza	34,72	1	34,72	4,03	0,0491
Fecha*Sistema De Labranza	7,36	5	1,47	0,17	0,9724
Error	516,58	60	8,61		
Total	1428,15	71			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,52636

Error: 8,6097 gl: 60

Fecha	Medias	n	E.E.	
08/12/2019	17,63	12	0,85	A
22/11/2019	17,63	12	0,85	A
19/12/2019	17,63	12	0,85	A
11/10/2019	17,63	12	0,85	A
20/10/2019	21,50	12	0,85	B
08/11/2019	26,92	12	0,85	C

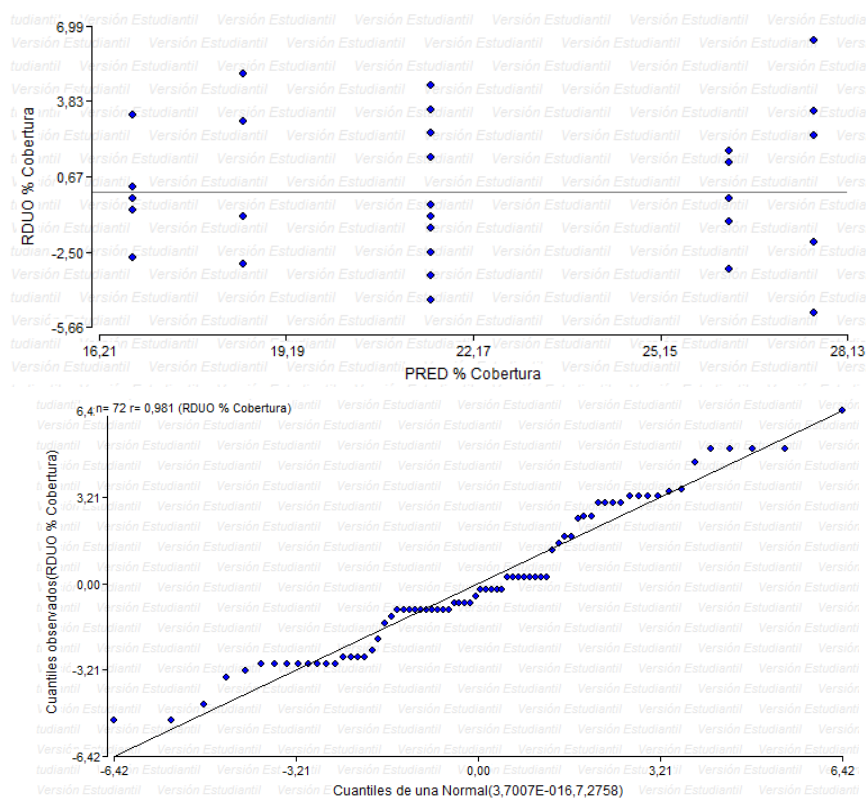
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,38342

Error: 8,6097 gl: 60

Sistema De Labranza	Medias	n	E.E.	
LC	19,13	36	0,49	A
L0	20,51	36	0,49	B

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



**Figura 20.** Analisis de supuestos de homocedasticidad (arriba, grafico de dispersión) y de normalidad (abajo, Q-Qplot).