

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL ZONA ATLÁNTICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA DE
CEBOLLA (*Allium cepa* L.) CON CULTIVO DE COBERTURA**

CARRERA

LICENCIATURA EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS

AUTORA

Téc. Sup. Agr. Mónica F. Añazgo

DIRECTOR

Ing. Agr. (Dr.) Carlos R. Bezic

CO-DIRECTOR

Ing. Agr. Juan A. Servera

VIEDMA, RÍO NEGRO

AÑO: 2012

Universidad Nacional del Comahue
Centro Universitario Regional Zona Atlántica

Carrera: Licenciatura en Gestión de Empresas Agropecuarias

Título: Evaluación del sistema de siembra directa de cebolla (*Allium cepa* L.) con cultivo de cobertura.

Alumna: Mónica Fabiana Añazgo

Director: Ing. Agr. (Dr.) Carlos Rubén Bezic

**Co-Director: Ing. Agr. Juan Agustín Servera
(INTA – EEAVI).**

Año: 2012

Fecha: 21 de agosto de 2012

Lugar: Viedma, Río Negro (Argentina).

PREFACIO

Esta tesis fue realizada como requisito parcial para obtener el título de grado de Licenciada en Gestión de Empresas Agropecuarias, en el Centro Universitario Regional Zona Atlántica, de la Universidad Nacional del Comahue. Para ello se hicieron dos experimentos, el primero en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior de Río Negro, Convenio Prov. Río Negro-INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), en el período 2010-2011 y el segundo en la Escuela Agropecuaria Carlos Spegazzini de Carmen de Patagones, Buenos Aires, en el período 2011-2012.

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico con amor a mi familia.

A mi papá y mamá por enseñarme, aconsejarme, apoyarme, cuidarme y brindarme los recursos necesarios para poder estudiar.

A mis hermanos Javier, Magali, Gabriela y Rubén por estar presentes cuando los necesité, cuidarme, escucharme y ayudarme en todo momento.

También se la dedico a mi tía Eulalia, mi tío Julián y mis primos que me brindaron un lugar en su casa y todo el apoyo cuando comencé esta carrera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece:

A mi director de tesis Carlos Bezic por guiarme tanto como alumna, como en la realización de esta tesis, por su ayuda principalmente en el experimento en macetas y análisis de todos los datos, por la paciencia que me tuvo, y las horas de disposición.

A mi co-director J. Agustín Servera por la iniciativa de realizar la tesis en el tema de cebolla con cultivo de cobertura, por confiar en mí, por su ayuda en la realización de labores del ensayo a campo, su apoyo y por dejarme trabajar junto a él en proyectos de investigación y extensión, lo que me ayudó en lo profesional.

A Ariel Gajardo por su colaboración en los ensayos de macetas, la disponibilidad de material y por su ayuda en la búsqueda de información.

A Silvia Cañon y Lucrecia Aviles por la disponibilidad de material y por su ayuda en la redacción de la tesis.

A Sonia Pérez, por la disponibilidad de material bibliográfico, por su ayuda en la corrección bibliográfica, por su acompañamiento a lo largo de mi trayectoria universitaria y todos los consejos que me dio.

A Roberto S. Martínez y Roberto M. Martínez por guiarme como profesores en el cursado de sus materias, por la ayuda en el comienzo de la realización de esta tesis, por las explicaciones y tiempo dedicado.

A todos los profesores que me han guiado a lo largo de esta carrera universitaria.

A la institución EEAVI-INTA que dispuso el lugar para que pueda realizar el experimento a campo, a quienes trabajan allí y colaboraron en la realización del ensayo.

A la Escuela Agropecuaria Carlos Spegazzini, lugar donde realicé el experimento en macetas.

Agradezco especialmente a Dios por estar siempre a mi lado, por ayudarme y cuidarme en todo momento.

Finalmente, agradezco a mi familia por su ayuda y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. El cultivo de cebolla.....	3
1.2. Los sistemas de cultivo: ventajas y limitantes.....	4
1.2.1. Efecto del suelo sobre la emergencia de plantas.....	4
1.2.2. Sistemas de siembras.....	6
1.3. Los cultivos de cobertura.....	8
1.4. Hipótesis de trabajo.....	10
1.5. Objetivos.....	10
1.5.1. Objetivo general.....	10
1.5.2. Objetivos específicos.....	11
1.6. Metodología de trabajo.....	11
1.6.1. Área de estudio.....	11
1.6.2. Experimentos.....	12

CAPITULO 2. EXPERIMENTO A CAMPO.....	13
2.1. Introducción.....	13
2.2. Materiales y métodos.....	14
2.3. Resultados.....	20
2.3.1. Densidad del cultivo de cebolla.....	20
2.3.2. Altura de plantas de cebolla.....	21
2.3.3. Desarrollo fenológico.....	22
2.3.4. Peso seco de plantas de cebolla en tercer hoja verdadera.....	26
2.3.5. Sanidad y enmalezamiento.....	27
2.4. Discusión.....	28
CAPITULO 3. EXPERIMENTO EN MACETAS.....	32
3.1. Introducción.....	32
3.2. Materiales y métodos.....	32
3.3. Resultados.....	34
3.3.1. Emergencia de plantas de cebolla.....	34

3.3.2. Partición de biomasa del cultivo de cobertura.....	35
3.3.3. Tamaño del complejo suelo-raíces de la cobertura.....	36
3.4. Discusión.....	37
CAPITULO 4. DISCUSIÓN GENERAL.....	40
CAPITULO 5. BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXO.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Resultados del análisis de suelo correspondiente al lote experimental, sobre muestras integradas tomadas a dos profundidades, 0-30 y 30-60 cm.....	14
Tabla 2: Prueba de Hotelling (corregido por Bonferroni), $\alpha = 0,05$. Corrida 2 realizada con el programa Infostat (2008) para la variable altura de plantas de cebolla entre tratamientos de cobertura.....	21
Tabla 3: Arcoseno (raíz(p)) de distintos estados de fenológicos de la cebolla.....	23
Tabla A-1: Análisis de medidas repetidas para diferencias entre tratamientos de cobertura para el número de plantas de cebolla en 3 m lineales, mediante el análisis multivariado (Wilks) en el experimento a campo. Corrida 2 en ANOVA multivariado (Infostat 2008).....	49
Tabla A-2: Análisis de medidas repetidas para diferencias entre tratamientos de cobertura (corrida 1, realizado mediante el programa Infostat 2008) para el número de plantas de cebolla en 3 m lineales (sin fecha 12 días después de la siembra), mediante el análisis multivariado (Wilks) en el experimento a campo.....	49
Tabla A-3: Análisis multivariado para diferencias entre tratamientos de cobertura (corrida 2, realizado por el programa Infostat 2008) de la altura de plantas de cebolla entre tratamientos de 26, 33, 40 y 47 días luego de la siembra del cultivo, según Wilks.....	49

Tabla A-4: Análisis de la varianza para combinaciones lineales (Wilks) mostrando el efecto tiempo en la altura de las plantas de cebolla entre los tratamientos, sin cultivo de cobertura y con cultivo de cobertura, a los 26, 33, 40 y 47 días. (Corrida 1, realizado por el programa Infostat 2008).....	49
Tabla A-5: Análisis de la varianza multivariado (Wilks) de la diferencia en el tiempo de altura de plantas de cebolla, 26, 33, 40 y 47 días después de la siembra del cultivo, (corrida 1, realizado por el programa de Infostat 2008).	49
Tabla A-6: Análisis de la varianza de la biomasa aérea (kg PS ha ⁻¹) para diferentes densidades de cultivo de cobertura (realizado mediante el programa Infostat 2008) en el experimento en macetas...	50
Tabla A-7: Análisis de la varianza de la biomasa subterránea (kg PS ha ⁻¹) para diferentes densidades de cultivo de cobertura (realizado mediante el programa Infostat 2008) en el experimento en macetas...	50
Tabla A-8: Análisis de la varianza de la biomasa total (kg PS ha ⁻¹) para diferentes densidades de cultivo de cobertura (realizado mediante el programa Infostat 2008) en el experimento en macetas.....	50
Tabla A-9: Análisis de varianza de densidades de cebolla con respecto a la densidades de siembra de cobertura de 0, 50, 100 y 200 kg ha ⁻¹ (realizado mediante el programa Infostat 2008).....	50
Tabla A-10: Análisis de la varianza del espesor del complejo suelo-raíces (cm) del cultivo de cobertura en relación a la densidad de siembra (kg ha ⁻¹) (realizado mediante el programa Infostat 2008).....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1: Plano de distribución de los tratamientos, CC: sistema de siembra de cebolla con cultivo de cobertura y SC: sistema de siembra de cebolla sin cultivo de cobertura, en el área experimental a campo realizado en la EEAVI-INTA.....	15
Fig. 2: Variación de precipitaciones entre los meses de abril 2010 y enero 2011 en la EEAVI-INTA.....	16
Fig. 3: Estado del cultivo de cobertura, raigrás, 25 días después de la siembra.....	17
Fig. 4: Estado del cultivo de cobertura, raigrás, 60 días después de la siembra.....	17
Fig. 5: Cultivo de cobertura, raigrás, 90 días después de la siembra.....	18
Fig. 6: Cultivo de cobertura, raigrás, 107 días después de la siembra....	18
Fig. 7: Estado de la parcela con cultivo de cobertura antes de la siembra de cebolla en plano.....	18
Fig. 8: Estado de la parcela sin cultivo de cobertura antes de la siembra de cebolla en plano.....	18
Fig. 9: Siembra de cebolla con cultivo de cobertura, utilizando una sembradora de siembra directa de doble disco con rueda limitante de profundidad trasera, de 11 hileras.....	18

Fig. 10: Siembra de cebolla sin cultivo de cobertura, utilizando una sembradora de siembra directa de doble disco con rueda limitante de profundidad trasera, de 11 hileras.....	18
Fig. 11: Planta de cebolla en estado fenológico de codo.....	19
Fig. 12: Plantas de cebolla en estado fenológico de hoja bandera.....	19
Fig. 13: Planta de cebolla en estado fenológico de primera hoja verdadera.....	19
Fig. 14: Planta de cebolla en estado fenológico de segunda hoja verdadera.....	19
Fig. 15: Planta de cebolla en estado fenológico de tercera hoja verdadera.....	19
Fig. 16: Número de plantas de cebolla en tres metros lineales, a los 12, 19, 26, 33, 40 y 47 días luego de la siembra del cultivo, para el tratamiento (a) con cultivo de cobertura y (b) sin cultivo de cobertura.....	20
Fig. 17: Plantas de cebolla en estado de tres hojas verdaderas en el tratamiento con siembra sin cultivo de cobertura.....	21
Fig. 18: Plantas de cebolla en estado de tres hojas verdaderas en el tratamiento con siembra con cultivo de cobertura.....	21
Fig. 19: Altura de plantas (cm) a los 19, 26, 33, 40 y 47 días después de la siembra de cebolla de los dos tratamientos (sin cultivo de cobertura y con cultivo de cobertura).....	22
Fig. 20: Proporción de plantas en estado de codo.....	24
Fig. 21: Proporción de plantas en estado de hoja bandera.....	24

Fig. 22: Proporción de plantas en estado de 1° hoja verdadera.....	25
Fig. 23: Proporción de plantas en estado de 2° hoja verdadera.....	25
Fig. 24: Proporción de plantas en estado de 3° hoja verdadera.....	26
Fig. 25: Peso seco de plantas de cebolla en 3° hoja verdadera de los tratamientos sin cultivo de cobertura y con cultivo de cobertura.....	26
Fig. 26: Cultivo de cebolla sin y con cultivo de cobertura a los 28 días luego de siembra, con malezas primaverales.....	27
Fig. 27: Cultivo de cebolla sin y con cultivo de cobertura a los 7 días de una aplicación de los herbicidas Bromoxinil y Haloxifop R metil.....	27
Fig. 28: Maceta con el tratamiento de suelo sin cultivo de cobertura.....	33
Fig. 29: Maceta con raigrás como cultivo de cobertura, a razón de 50 kg ha ⁻¹ , 60 días de la siembra.....	33
Fig. 30: Maceta con raigrás como cultivo de cobertura, a razón de 100 kg ha ⁻¹ , 60 días de la siembra.....	33
Fig. 31: Maceta con raigrás como cultivo de cobertura, a razón de 200 kg ha ⁻¹ , 60 días de la siembra.....	33
Fig. 32: Muestra de cultivo de cobertura para realizar peso seco de biomasa y raíz.....	34
Fig. 33: Muestra de biomasa aérea y de las raíces con suelo del cultivo de cobertura para realizar peso seco.....	34

Fig. 34: Densidad de cultivo de cebolla (plantas ha ⁻¹) según la densidad de siembra del cultivo de cobertura (raigrás anual, kg ha ⁻¹).....	35
Fig. 35: Peso seco (kg ha ⁻¹) de biomasa aérea (BA), subterránea (BS) y total (BT) en función de la densidad de siembra (kg ha ⁻¹).....	36
Fig. 36: Espesor del complejo de suelo-raíces (cm) en relación a la densidad de siembra (kg ha ⁻¹).....	36
Fig. 37: Maceta con formación de costra en el tratamiento sin cultivo de cobertura (izq.) y con cultivo de cobertura (der.).....	37

RESUMEN

La siembra directa de cebolla (*Allium cepa* L.) en plano en el Valle Bonaerense del río Colorado es una practica habitual que se ha adaptado favorablemente a los suelos arenosos dando mayores rendimientos. Sin embargo, sobre suelos de textura franco arcillosa como del Valle Inferior de Río Negro esta práctica es difícil, pues el encostramiento reduce significativamente la emergencia. Este cambio físico se puede reducir sembrando cultivos de cobertura. El objetivo de este trabajo fue evaluar a campo y en macetas, la emergencia del cultivo de cebolla sembrado sobre una cobertura muerta de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) tratado con glifosato. El ensayo a campo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- convenio Provincia de Río Negro ubicado en el Valle Inferior del Río Negro en la temporada 2010-2011 y el de macetas en la Escuela Agropecuaria Carlos Spegazzini de Carmen de Patagones en la temporada 2011-2012. La utilización del cultivo de cobertura mejoró la emergencia de plantas de cebolla ($19,8 \pm 1,4$ plantas/3 m lineales vs. $9,1 \pm 0,8$ plantas/3 m lineales) con 100 kg de semilla de raigrás por hectárea, debido a la formación de un complejo suelo-raíces que impide la creación de costra superficial del suelo. Además la incorporación de la cobertura vegetal disminuye la evaporación del suelo proveyendo humedad por un mayor lapso de tiempo. Por lo que este sistema de cultivo introduciría mejoras agronómicas que posibilitarían el cultivo de cebolla en plano en los suelos franco-arcillosos del Valle Inferior de Río Negro.

ABSTRACT

Direct seedbed sown onions in a plane system is a common practice in the Valle Bonaerense del río Colorado area, which is favorably adapted to sandy soils, giving high yields. However in clay loam soils, which are characteristics of the Valle Inferior del río Negro area, the practice is very difficult because the soil crusting significantly reduces seedling emergence. This physical adversity could be reduced with cover crops. The objective of this work was to evaluate under both, field and pot conditions, the emergence of onion seedlings when seeds were sown under a dry cover of glyphosate treated annual rye grass (*Lolium multiflorum* Lam.). The field experiment was conducted in the INTA-RN experimental station in the Valle Inferior del río Negro area, during the 2010-11 season. The onion plants emergence was improved under cover crop conditions which were obtained with a seed dose of 100 kg ha⁻¹ (19,8 ± 1,4 pl in 3 lineal meters with cover crop vs 9,1 ± 0,8 pl in 3 lineal meters without cover crop), due to the formation of a soil-roots complex who prevents soil crust formation. Additionally, the cover reduces the water evaporation intensity preserving the soil humidity for a longer period of time if compared with the naked soil. This system could provide an adequate agronomical solution for onion cropping under a plane seeding system in the Valle Inferior del río Negro clay loam soils.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. El cultivo de cebolla

La cebolla (*Allium cepa* L.) ocupaba el cuarto lugar en la producción mundial de hortalizas en 2005 con una tendencia creciente, pues pasó de 43 millones de toneladas producidas en 1996 a casi 65 millones de toneladas en 2007 (Aljaro Uribe 2001; Curcio 2007). La superficie mundial cultivada supera las 3,4 millones de hectáreas (Eguillor Recabarren 2008).

En Argentina es una de las hortalizas más cultivadas, ocupando el tercer lugar luego del poroto y la papa (Galmarini *et al.* 2002; Curcio 2007). En nuestro país se cultivan anualmente alrededor de 20 mil hectáreas con una producción de 450 mil toneladas (Galmarini 1997; Curcio 2007). Según Dall Armellina *et al.* (1999) este cultivo puede considerarse en superficie y volumen producido, como uno de los más importantes cultivos de hortalizas del país.

Hay tres regiones productoras de cebolla: la zona norte (Santiago del Estero, Catamarca, Salta y Córdoba), la zona oeste (Mendoza y San Juan) y la zona sur constituida por el sudoeste bonaerense y los valles (Alto, Medio e Inferior) del río Negro (Galmarini 1997; Kiehr y Delhey 2007). Esta última región concentra cerca del 50% de la producción nacional, siendo reconocida internacionalmente como productora de cebolla tardía y transformándose en la actividad hortícola exportable que más aporta a la economía regional (van Konijnenburg 2009).

En el Valle Bonaerense del Río Colorado (VBRC) se producen unas 17 mil hectáreas cada año, sobre suelos livianos muy fáciles de trabajar. Esta es la principal zona productora de cebollas del país (EEA INTA Hilario Ascasubi 2011).

En orden de importancia le sigue el Valle Inferior de Río Negro (VIRN), donde la cebolla es la que más superficie ocupa en la región, llegando a implantarse en 2011 unas 1915 hectáreas, cerca del 69% de la superficie destinada a hortalizas. Respecto a lo sucedido a 2005 (444 ha), su crecimiento en este valle fue del 331% (Tagliani *et al.* 2011). Es de los cultivos hortícolas con mayores posibilidades de expansión en el Valle Inferior de Río Negro así como en otros valles irrigados de la Norpatagonia (van Konijnenburg y Martínez 1995).

De acuerdo con Tagliani *et al.* (2011) y Van Konijnenburg y Martínez (1995) son varios los factores que influyen favorablemente en sus perspectivas de desarrollo. Uno de estos es la facilidad de comercialización en mercados como Brasil y la Unión Europea.

Las localidades de Viedma, General Conesa y Choele Choel ofrecen condiciones ambientales adecuadas y una infraestructura de riego que permiten obtener un producto de alta calidad para exportar. La cercanía al puerto de ultramar de San Antonio Este adquiere importancia, especialmente para las exportaciones a Europa, sumado a las posibilidades de almacenamiento temporal de la cebolla en post-cosecha, constituyendo el soporte adecuado para el desarrollo de la actividad (Tagliani *et al.* 2011).

1.2. Los sistemas de cultivo: ventajas y limitantes

1.2.1. Efecto del suelo sobre la emergencia de plantas

Según la FAO (2000), el objetivo principal del manejo de suelos para la agricultura es crear condiciones edafológicas favorables para el buen crecimiento de los cultivos, la germinación, la emergencia, el crecimiento de las raíces, el desarrollo de las plantas, etc. Se busca que la estructura superficial del suelo no impida la emergencia de plántulas, ya que la presencia del encostramiento la restringe.

Charcas Salazar (1993) define: “Una costra del suelo es la capa dura que se forma en la superficie del suelo debido a las fuerzas dispersas de las gotas de lluvia, o del agua de riego, seguidas por secamiento”. La costra del suelo impide la emergencia de las plántulas aún cuando otros factores como la disponibilidad de humedad, oxígeno, temperatura y profundidad de siembra, no sean limitativos (Charcas Salazar 1993).

Hay interacciones entre el espesor, la composición y el contenido de humedad de la costra y su consistencia, con el tamaño de la semilla, el tipo de cultivo, la profundidad de siembra y el vigor. Otras de las condiciones que se buscan son estructura, porosidad y consistencia del suelo en la primera capa que favorezca el crecimiento inicial. Suelos arcillosos con agregados grandes y duros, así como suelos arenosos que forman estructuras masivas y duras cuando se secan, retrasan el crecimiento inicial de los cultivos.

La cebolla se adapta a diferentes texturas de suelo, desde franco arenosos hasta franco arcillosos, debiendo tener un buen drenaje y una profundidad efectiva de 0,50 m (EEA INTA Hilario Ascasubi 2001). Son deseables los suelos sueltos, en lo posible areno-humíferos (Vigliola 1998; EEA Mendoza y EEA La Consulta 1992).

Los suelos muy pesados son difíciles de manejar porque la infiltración es excesivamente lenta, y puede causar ahogo de las raíces y la muerte de las plantas (Porcuna Coto 2003). En el VIRN predominan los suelos pesados de textura arcillosa, justificado en el origen aluvional de los mismos. (Martínez y Dall’ Armellina 1995; Van Konijnenburg y Martínez 1995).

Uno de los factores que limitan los beneficios del sistema de siembra directa es la lluvia en el momento de la siembra, que por un lado impide realizarla oportunamente, y por otro provoca el planchado del suelo (Van Konijnenburg y Martínez 1995), como consecuencia del impacto de las gotas de lluvia (Ormeño y Quiroga 2001).

Las lluvias después de la siembra, sobre todo si van seguidas de períodos ventosos o con elevada radiación solar, inducen el encostramiento de los suelos (Amezqueta y Donézar 2004).

Sucede lo mismo con el agua de riego, que cuando cubre la superficie del suelo, forma una costra superficial, que ofrece una significativa resistencia a la emergencia de las plántulas (Ozcáriz 1998).

Amezqueta *et al.* (2003) confirma que el encostramiento es un problema serio en muchos de los suelos bajo riegos pues reduce la infiltración, aumenta la escorrentía y la erosión, a la vez que reduce la emergencia y la producción de los cultivos. Es una situación común en suelos inestables de las regiones áridas y semiáridas (Charcas Salazar 1993).

1.2.2. Sistemas de siembras

En el cultivo de cebolla existen dos sistemas de siembra, el *tradicional en bordos* donde el agua fluye por surcos paralelos infiltrándose por el fondo y costados de los mismos sin que la superficie del suelo quede mojada en su totalidad, y el de *siembra en plano* donde el agua moja toda la superficie del suelo (Fuentes Yagüe 1998). En estos sistemas se trabaja con 600 mil y 900 mil pl ha⁻¹ respectivamente (EEA Hilario Ascasubi 2009).

Según Amezqueta y Donézar (2004), el manejo tradicional que realizan los agricultores consiste en dejar el suelo desnudo durante los meses otoño-invernales y realizar un laboreo agresivo para preparar el terreno para la siembra en fechas próximas a la misma. Esto favorece el sellado de la superficie, que al secarse forma la costra superficial.

En el Valle Bonaerense del río Colorado (VBRC) existe una tendencia a cambiar el tradicional bordo de 80 cm (con 4 hileras) por la siembra directa de cebolla en plano o platabandas (de 1,20 m con 10 o 12 hileras). Este sistema ha cobrado importancia en los últimos años porque permite aumentar significativamente la densidad de plantas y el rendimiento. Muchos productores

cebolleros de dicha zona están optando por este nuevo sistema de siembra adaptándolo a riego por gravedad (EEA Hilario Ascasubi 2009).

Según Cantamutto y Ancía (2009) en la siembra en plano, la distribución de las plantas permite un mejor aprovechamiento de la superficie y mejores rendimientos, independientemente del sistema de riego utilizado (gravedad, aspersión o goteo).

El manejo del riego en suelos propensos al encostramiento es complejo. Hay que evitar excesos de agua a los que pueden ser sensibles ciertas plantas en el momento de la emergencia, así como la consolidación de la costra por secado del suelo. Amezketa y Donézar (2004) han observado en algunas zonas de la cuenca media del Ebro (Europa) que la práctica habitual de regar por inundación frecuentemente hasta emergencia favorece el encostramiento y produce costras de mayor grosor que las costras típicas.

Especialistas del INTA Hilario Ascasubi, determinaron que el rinde promedio de la zona cebollera bonaerense en siembras realizadas en surcos es de 1.600 bolsas (de 25 Kg) por hectárea, pero con el sistema de siembra en plano, mejorando técnicas de manejo, y controlando correctamente plagas y enfermedades, se pueden lograr rendimientos de 2.500 bolsas (de 25 Kg promedio) por hectárea (Formaggini 2009).

Es importante considerar que la siembra en platabandas regadas por gravedad implica mayor exigencia en cuanto a las características del suelo, por lo que no se recomienda realizarla sobre “suelos pesados” (EEA Hilario Ascasubi 2009). Este sistema aún no está difundido en la zona del Valle Inferior del río Negro, pero por las características de sus suelos habría que ajustar algunas prácticas de manejo antes de alentar su aplicación.

1.3. Los cultivos de cobertura

Para evitar formación del encostramiento se puede sembrar un cultivo de cobertura (CC), dejar rastrojos de los cultivos, o aplicar una cubierta orgánica o abono orgánico sobre la superficie del suelo (FAO 2000).

La práctica de dejar el suelo cubierto con materiales, vivos o muertos, ha recibido más atención de los investigadores y agricultores en los últimos años (Fuentes Chaviano *et al.* 2007).

Los cultivos de cobertura se definen como aquellos que crecen específicamente para mantener el suelo cubierto, protegiéndolo de la erosión, evitando la pérdida de nutrientes por lavado y escurrimiento, y en caso de ser leguminosa, incorporando nitrógeno al sistema (Ernst 2002). Además, protegen el suelo de la alta precipitación y proporcionan canales por medio de sus raíces, conduciendo el agua a más altas tasas de infiltración hacia las capas sub-superficiales (Coolman y Hoyt 1993; FAO 1998; Mahboubi y Lal 1998).

Siri-Prieto y Ernst (2011) dicen que a través de los siglos se ha conocido la utilidad de los CC en la agricultura, los cuales se siembran, no tanto por sus beneficios de corto plazo, sino por sus beneficios a largo plazo. Souza (1998) afirma que los efectos del empleo de la cobertura muerta sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo son acumulativos a lo largo de los años.

Los CC se diferencian de una pastura porque no son de renta directa y crecen fuera de estación dentro de un sistema de siembra de cultivos anuales (Ernst 2002) ya que son sembrados entre dos cultivos de cosecha y no son incorporados al suelo (a diferencia de los abonos verdes), ni pastoreados (a diferencia de los verdeos) o cosechados (Ruffo y Parsons 2004). Los residuos de los CC quedan en superficie y liberan los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal al descomponerse (Ruffo y Parsons 2004).

Esta estrategia se adecua a climas con inviernos templados y en general, para secuencias de cultivos estivales. El uso de la técnica está agronómicamente

limitado por la ventana de tiempo para producir materia seca, por temperatura invernal y por disponibilidad de agua de la estación de crecimiento; es por esto que no se justifica su uso en zonas con nieve ni en zonas de buena disponibilidad hídrica invernal, donde siempre existe la posibilidad de incorporar cultivos de renta (Smith *et al.* 1987).

Ruffo y Parsons (2004) coinciden que en zonas templadas, las especies más utilizadas como CC pertenecen fundamentalmente a las familias de las gramíneas y leguminosas. Dentro de las primeras las más utilizadas son centeno, trigo, cebada, avena, triticale y raigrás. El centeno es la gramínea más tolerante al frío y al estrés hídrico y produce un abundante volumen de residuo que se descompone más lentamente que el de otras gramíneas de invierno. La avena es otra alternativa interesante por la disponibilidad de variedades adaptadas a las diferentes zonas agroecológicas. Tanto el centeno como la avena son útiles para absorber nitratos residuales (especialmente luego de años secos), aportar carbono e incrementar la cobertura del suelo. Además, estos cultivos compiten con las malezas invernales y reducen la germinación de malezas estivales, especialmente cola de zorro, yuyo colorado, quínoa y capiquí, dándole “residualidad” a la aplicación del glifosato utilizado para desecar el CC (Ruffo y Parsons 2004).

El CC además de aportar una considerable cantidad de nitrógeno, produce un incremento del rendimiento del cultivo de renta que ha sido denominado “efecto de rotación”. Las causas de este efecto se atribuyen a la conservación del agua, control de malezas, mejora en propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y reducción de la presión de patógenos (Ruffo y Parsons 2004).

Las funciones que cumplen los CC son diversas y la probabilidad de éxito de esta técnica va a depender de cuál es el factor limitante de la producción (Cazorla *et al.* 2010). Una importante clave del éxito es obtener una buena cobertura con la gramínea anual antes de que esta llegue a encañazón cuando ocurre la máxima demanda de agua (Ruffo y Parsons 2004).

Los suelos que recién han sido preparados, cultivados o sometidos al tráfico, si están bajo una cobertura de cultivos, malezas o vegetación no mostrarán la presencia de costras superficiales, aunque sean muy susceptibles al encostramiento (FAO 2000).

La fecha de siembra del CC es una variable determinante de la acumulación de materia seca y de nitrógeno hasta la aplicación del herbicida (Odhiambo y Bomkeb 2001). Para alargar la etapa de crecimiento del CC, se han evaluado siembras previo a la cosecha del cultivo de renta (Hiveley y Cox 2001). De esta forma es posible ganar días de crecimiento sin afectar la fecha de siembra del cultivo siguiente (Ernst 2002).

El tiempo de desecación es una de las variables determinantes de la cantidad de N fijada y la calidad del rastrojo. Cuanto más temprano se realiza la aplicación de herbicida menor será la cantidad de N fijada pero mayor la calidad del rastrojo, por lo que el resultado en N aportado al cultivo siguiente puede ser el mismo (Ernst 2002).

1.4 Hipótesis de trabajo

La siembra directa de cebolla en suelos franco arcillosos sobre un cultivo de cobertura desecado, permite aumentar la emergencia debido a que morigera la formación de costra superficial.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de un CC sobre la emergencia de plántulas de cebolla en el sistema de cultivo en plano y riego por inundación.

1.5.2. Objetivos específicos

- Comparar la densidad de plantas de cebolla desde la emergencia hasta las tres hojas verdaderas en un sistema de siembra directa en plano con un cultivo de cobertura y en un sistema de siembra en plano sin cultivo de cobertura.
- Evaluar en macetas individuales el efecto de la densidad del cultivo de cobertura sobre el suelo y sobre la emergencia de plántulas de cebolla.

1.6. Metodología general de trabajo

1.6.1. Área de estudio

El Valle de Viedma se encuentra ubicado al este de la provincia de Río Negro, a 40° 48' 42.87" de latitud Sur y 62° 59' 46.33" de longitud Oeste. El valle se extiende de oeste a este siguiendo la margen sur del río Negro hasta su desembocadura en el Océano Atlántico. Está delimitado por dos mesetas, las cuchillas Norte y Sur de 25 y 35 metros de altura media. En este encajonamiento se crea un microclima particular. Es una llanura con suave pendiente hacia el mar y una altitud media de 4 m.s.n.m., con algunas depresiones que no sobrepasan los 2 metros, presentando, por su latitud y su adyacencia al mar, un régimen térmico moderado (de Berasategui 2002).

Según los resultados de series climáticas de 44 años, el valle de Viedma tiene una temperatura media anual de 14,1 °C. La precipitación media anual es de 408 mm con una distribución casi homogénea a lo largo del año, excepto en los meses de febrero, marzo y abril, donde los valores son más elevados. En promedio el mes más lluvioso es marzo con 52,8 mm y el menos lluvioso es agosto con 23,1 mm (de Berasategui 2002).

1.6.2. Experimentos

En esta tesis se realizaron dos experimentos, el primero fue un ensayo a campo, en la EEAVI-INTA de Río Negro, y el segundo en macetas individuales en la Escuela Agropecuaria Carlos Spegazzini de Carmen de Patagones (Buenos Aires).

CAPITULO 2

EXPERIMENTO DE CAMPO

2.1. Introducción

La formación de costras superficiales, especialmente en suelos de textura fina, y la formación de una estructura masiva, compacta y dura cuando se secan después de una lluvia fuerte, son dos causas de la escasa emergencia de plántulas de cultivo (FAO 2000) y la técnica del empleo de cultivos de cobertura podría ayudar a mitigar los efectos mencionados.

Según Cantamutto y Ancía (2009) los CC deben ser especies de rápido crecimiento que generen una cobertura de protección en breve período. Una modalidad posible es la siembra combinada de la cebolla con un cultivo acompañante como avena, trigo o centeno. Ésta práctica protegería a los agregados del suelo de la energía de las gotas de lluvia, impidiendo la formación de costras (FAO 2000).

Varela *et al.* (2011), en un ensayo a campo que se llevó a cabo en el establecimiento “El Casco” de Santa Fe (33°18`23.3” S; 61° 58`2.3” O), utilizó avena (*Avena sativa* L.) como cultivo de cobertura sembrado en el mes de abril y secado con el herbicida glifosato en el mes de noviembre, previo a la siembra de soja.

La desecación del cultivo de cobertura es recomendable antes de la siembra de los cultivos de renta (Rodríguez 2003). El momento de aplicación del herbicida es muy importante. Si se aplica tarde, el acompañante empieza a competir con el cultivo y hay que elevar las dosis de herbicida retrasando las plántulas de cebolla. Por otra parte si se aplica temprano se corre el riesgo de eliminar la cobertura y sus efectos beneficiosos (Cantamutto y Ancía 2009).

Cantamutto y Ancía (2009) afirman que con la siembra en plano se consigue un 50% más de líneas, por lo tanto un 50% más de plantas en igual superficie. El

riego por manto (gravedad) en este sistema es similar a una pastura. Cada 8-9 platabandas se hace un bordo y trabas para que el agua fluya hacia el centro del tablón regando a favor de la pendiente. A pesar de los escasos datos de la eficiencia de utilización de agua de este sistema, mediciones realizadas a campo indicarían que este sistema es bastante eficiente (Cantamutto y Ancía 2009).

El objetivo de este trabajo fue comparar la densidad de plantas de cebolla desde la emergencia hasta las tres hojas verdaderas en un sistema de siembra directa en plano con un cultivo de cobertura y en un sistema de siembra en plano sin cultivo de cobertura.

2.2. Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior, convenio INTA – RN, ubicada en Viedma a los 40° 48´ 03” S y 63° 03´ 10” O. Se utilizó un lote de textura franco-arcillosa de buena aptitud agrícola (Tabla 1) y con una gran presión de malezas debido a que la parcela destinada a este experimento pertenece a un sector de rotación hortícola y tuvo como antecesor a un cultivo de zapallo anco (*Cucurbita moschata* D.).

Tabla 1: Resultados del análisis de suelo correspondiente al lote experimental, sobre muestras integradas tomadas a dos profundidades, 0-30 y 30-60 cm.

Perfil (cm)	pH susp. (1:2,5)	Nitrógeno total (g 100g ⁻¹)	Materia orgánica (g 100 g ⁻¹)	Fósforo disponible (mg kg ⁻¹)
0 – 30	7,06	0,21	3,49	11,5
30 – 60	7,12	0,17	2,69	8,5

A mediados de abril de 2010 se dio inicio al experimento con la preparación de la cama de siembra, y se dio por finalizado el 3 de enero de 2011 cuando el cultivo llegó a la tercera hoja verdadera.

Se realizaron dos tratamientos: i) CC: siembra en directa de cebolla sobre cultivo de cobertura de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam); ii) SC: siembra directa de cebolla sobre suelo desnudo sin cultivo de cobertura. Se empleó un diseño desbalanceado completamente aleatorizado, con 8 repeticiones para el tratamiento CC y 7 repeticiones para el tratamiento SC. Las unidades experimentales fueron parcelas de 70 m² cuyo ancho se correspondía con el ancho de melga de riego (Fig. 1).

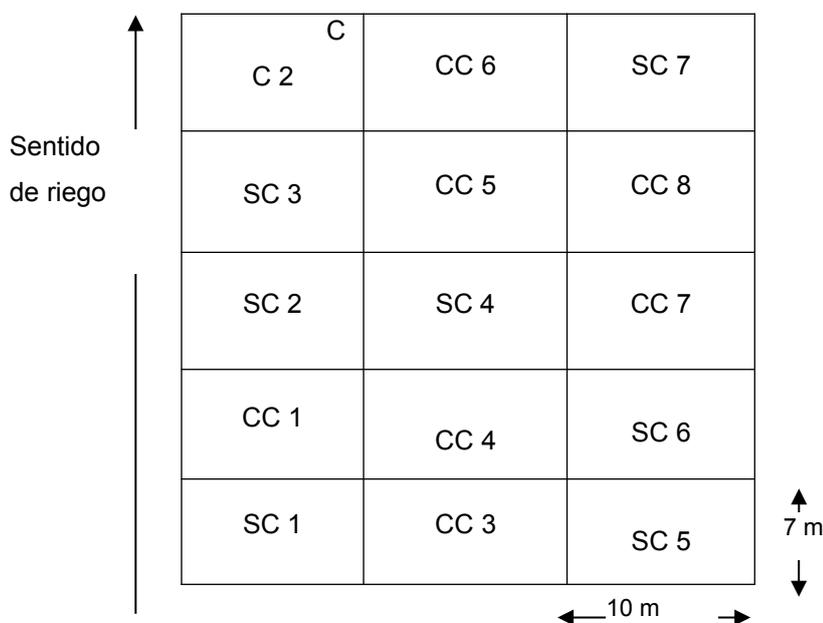


Fig. 1: Plano de distribución de los tratamientos, CC: sistema de siembra de cebolla con cultivo de cobertura y SC: sistema de siembra de cebolla sin cultivo de cobertura, en el área experimental a campo realizado en la EEAVI-INTA.

A mediados de junio de 2010 se efectuó una nueva rastreada con disco y se niveló el lote con cuadrante. El 02/07/10 se sembró el raigrás al voleo, con una densidad de 100 kg ha⁻¹, continuándose el laboreo con rastra de dientes. Se dejó que el cultivo creciera a expensas de la humedad provista por la lluvia (Fig. 2, 3 y 4), realizándose de manera complementaria un riego el 21/09/2010.

Se construyeron melgas de 1,6 m. de ancho a 10 metros de distancia entre melgas entre sí, para posibilitar el riego eficiente del CC (Fig. 5).

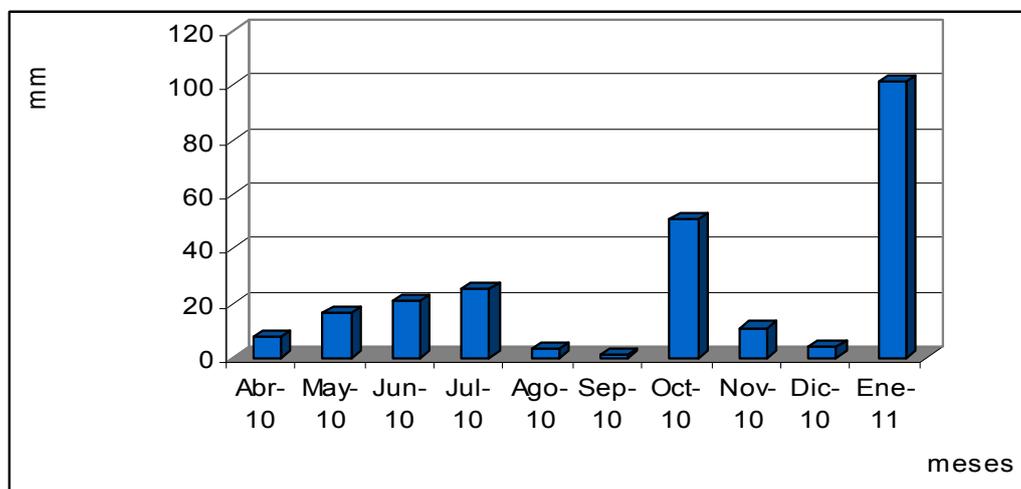


Fig. 2: Variación de precipitaciones entre los meses de abril 2010 y enero 2011 en la EEAVI-INTA.

A mediados de octubre, cuando el cultivo de cobertura se encontraba en pleno macollaje y cubría la totalidad de la superficie del suelo (Fig. 6) se aplicó glifosato 66,2% CE¹ a razón de 6 litros PC² ha⁻¹ junto con el coadyuvante nonilfenol a razón de 40 cc ha⁻¹, con un volumen de aplicación de 400 litros agua ha⁻¹ (Fig. 7 y 8).

El 17 de noviembre se sembró cebolla (*Allium cepa* L.), variedad Grano de Oro (La Unión), a razón de 9 kg ha⁻¹ más acefato³ 75% PS⁴ a razón de 1 g por kg de semilla. La siembra se realizó con sembradora de siembra directa de 11 hileras de doble disco, con rueda limitante de profundidad trasera, de 17,5 cm entre líneas. Se aplicaron de fondo 100 kg ha⁻¹ de 15-15-15 y se realizaron los riegos necesarios para el crecimiento del cultivo (Fig. 9 y 10).

Cuando el cultivo de cebolla se encontraba entre 1° y 2° hoja verdadera (Fig. 13 y 14) se aplicó bromoxinil 34,6% CE a razón de 500 cc PC ha⁻¹ y haloxifop R

¹ CE, concentrado emulsionable.

² PC, producto comercial.

³ Insecticida órgano fosforado de acción sistémica usado para tratamiento de semillas.

⁴ PS, polvo soluble.

metil 3% CE a razón de 1 litro PC ha⁻¹ con un volumen de aplicación de 200 litros ha⁻¹.

Se realizaron observaciones de densidad y altura de las plantas de cebolla sobre tres hileras paralelas de un metro cada una, tomadas al azar en cada parcela, en seis momentos durante el período experimental, a los 12, 19, 26, 33, 40 y 47 días después de la siembra del cultivo de cebolla. También se observó el desarrollo fenológico de estado codo o rodilla (Fig. 11), hoja bandera (Fig. 12), primera hoja verdadera (Fig. 13), segunda hoja verdadera (Fig. 14) y tercera hoja verdadera (Fig. 15).

Cuando el cultivo se encontraba en tercera hoja verdadera se tomaron al azar 100 plantas de cebolla por parcela para estimaciones de biomasa. Los datos fueron analizados mediante ANOVA de medidas repetidas utilizando el programa Infostat⁵. Para el peso seco de plantas de cebolla se utilizó el test t de Student.



Fig. 3: Estado del cultivo de cobertura, raigrás, 25 días después de la siembra.



Fig. 4: Estado del cultivo de cobertura, raigrás, 60 días después de la siembra.

⁵ InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas. Argentina.



Fig. 5: Cultivo de cobertura, raigrás, 90 días después de la siembra.



Fig. 6: Cultivo de cobertura, raigrás, 107 días después de la siembra.



Fig. 7: Estado de la parcela con cultivo de cobertura antes de la siembra de cebolla en plano.



Fig. 8: Estado de la parcela sin cultivo de cobertura antes de la siembra de cebolla en plano.



Fig. 9: Siembra de cebolla con cultivo de cobertura, utilizando una sembradora de siembra directa de doble disco con rueda limitante de profundidad trasera, de 11 hileras.



Fig. 10: Siembra de cebolla sin cultivo de cobertura, utilizando una sembradora de siembra directa de doble disco con rueda limitante de profundidad trasera, de 11 hileras.



Fig. 11: Planta de cebolla en estado fenológico de codo.



Fig. 12: Plantas de cebolla en estado fenológico de hoja bandera.



Fig. 13: Planta de cebolla en estado fenológico de primera hoja verdadera.

Fig. 14: Planta de cebolla en estado fenológico de segunda hoja verdadera.



Fig. 15: Planta de cebolla en estado fenológico de tercera hoja verdadera.

2.3. Resultados

2.3.1. Densidad del cultivo de cebolla

Como resultado del análisis de medidas repetidas se observó que el número de plantas de cebolla cada 3 metros lineales al finalizar el experimento fue mayor

en el tratamiento CC ($19,8 \text{ pl } 3\text{m}^{-1} \pm 1,4$) que en SC ($9,1 \text{ pl } 3\text{m}^{-1} \pm 0,8$), con una $p = 0,0003$ (Fig. 16; Tabla A-1).

Se ha calculado, asimismo, que los perfiles de los tratamientos no cambiaron con el tiempo desde el día 19 en adelante ($p = 0,972$; Tabla A-2).

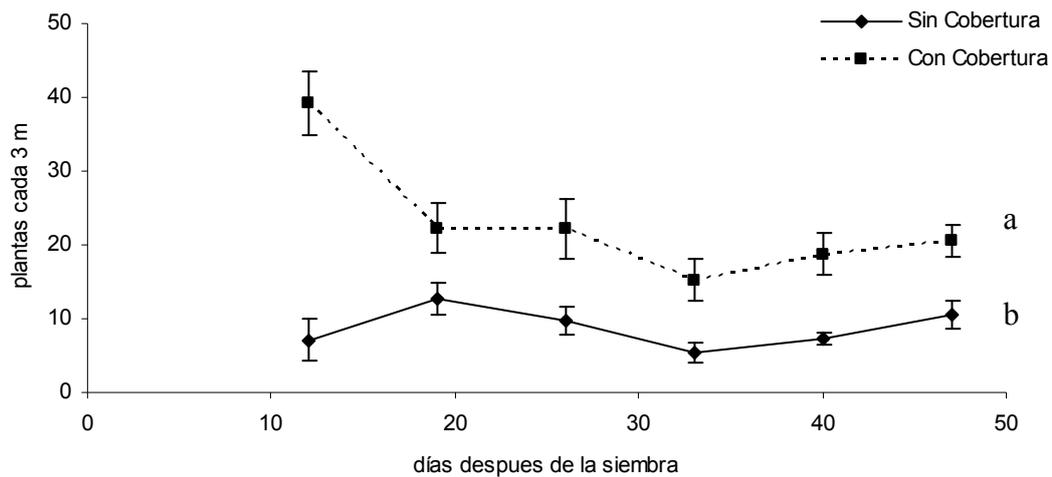


Fig. 16: Número de plantas de cebolla en tres metros lineales, a los 12, 19, 26, 33, 40 y 47 días luego de la siembra del cultivo, para el tratamiento (a) con cultivo de cobertura y (b) sin cultivo de cobertura.

En las Figuras 17 y 18 se puede observar, además de las diferencias en el encostramiento evidentes a simple vista, la diferencia en densidad del cultivo bajo los tratamientos experimentales.





Fig. 17: Plantas de cebolla en estado de tres hojas verdaderas en el tratamiento con siembra sin cultivo de cobertura.

Fig. 18: Plantas de cebolla en estado de tres hojas verdaderas en el tratamiento con siembra con cultivo de cobertura.

2.3.2. Altura de plantas de cebolla

Los datos fueron analizados mediante ANOVA multivariado de medidas repetidas utilizando la rutina del análisis de la varianza multivariado del programa Infostat. Por razones de disponibilidad de datos se compararon las cuatro últimas fechas (26, 33, 40 y 47 días después de la siembra) ya que el día 19 no se midió la altura de las plantas de cebolla.

Se encontraron diferencias significativas en la altura de plantas entre tratamientos ($p = 0,019$; Tabla A-3 y Tabla 2) y aunque existió efecto tiempo ($p < 0,0001$; Tabla A-5) como consecuencia del crecimiento natural de las plantas, las diferencias entre tratamientos no cambiaron en el tiempo ($p = 0,11$; Fig. 19; Tabla A-6).

Tabla 2: Prueba de Hotelling (corregido por Bonferroni), $\alpha = 0,05$. Corrida 2 realizada con el programa Infostat (2008) para la variable altura de plantas de cebolla entre tratamientos de cobertura.

	BA(1)	n	
SC	31,65	7	A
CC	36,59	8	B

BA (1): Columna (1) que representa las combinaciones lineales de las variables activas (B) en la matriz de datos (A) en el análisis de medidas repetidas. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

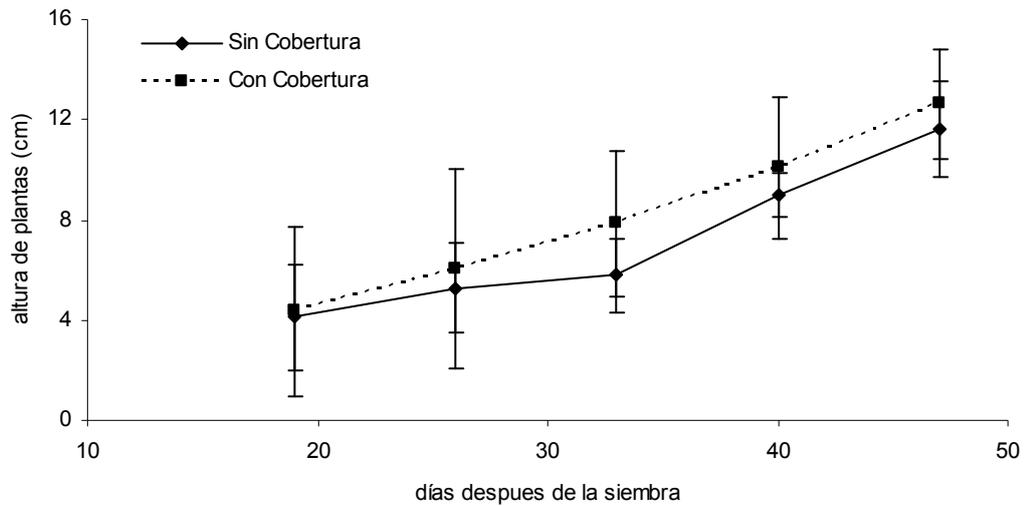


Fig. 19: Altura de plantas (cm) a los 19, 26, 33, 40 y 47 días después de la siembra de cebolla de los dos tratamientos (sin cultivo de cobertura y con cultivo de cobertura).

2.3.3. Desarrollo fenológico

Para el análisis de la proporción p de plantas en cada estado fenológico (Fig. 11 a 15) para el período 19 - 47 días después de la siembra, se transformaron los datos para generar la variable transformada pi de acuerdo a la fórmula (1),

$$pi = \arccoseno(\text{raiz cuadrada}(p)) \quad (1)$$

En la primer fecha analizada (19 días), se observó un adelantamiento del cultivo para el caso del tratamiento CC, que mostró un mayor porcentaje de plantas en hoja bandera respecto del tratamiento SC ($p = 0,08 \%$; Tabla 3). La proporción de plantas en hoja bandera para CC fue del 57 %, significativamente mayor que la proporción en SC que fue del 38 %. Como consecuencia del efecto señalado se observó que en SC fue mayor la proporción de plantas en estado de codo ($p = 0,047$; Tabla 3).

A los 26 días después de la siembra se siguió manifestando el atraso fenológico en SC que presenta una mayor proporción de plantas en hoja

bandera ($p = 0,035$; Tabla 3), un estado fenológico que indica una alta proporción de plantas pequeñas para esa fecha.

Tabla 3: Arcoseno (raíz(p)) de distintos estados de fenológicos de la cebolla.

días	Estado fenológico	Tratamiento		p	LSD 0,05	días	Estado fenológico	Tratamiento		p	LSD 0,05
		SC	CC					SC	CC		
19	Codo	0,72	0,45	0,047	*	40	Codo	0	0,03	0,369	
	Hj. Band.	0,66	0,85	0,080	(*)		Hj. Band.	0,05	0,05	0,932	
	1° hoja	0,37	0,47	0,517	^{0,10}		1° hoja	0,05	0,34	0,026	*
	2° hoja	----	----	----			2° hoja	0,84	0,94	0,582	
	3° hoja	----	----	----			3° hoja	0,69	0,32	0,080	
26	Codo	0,04	0,20	0,114		47	Codo	0,09	0	0,120	
	Hj. Band.	0,83	0,50	0,035	*		Hj. Band.	0,18	0,04	0,133	
	1° hoja	0,70	0,91	0,153			1° hoja	0,13	0,12	0,909	
	2° hoja	0,09	0,15	0,558			2° hoja	0,59	0,68	0,223	
	3° hoja	----	----	----			3° hoja	0,80	0,84	0,719	
33	Codo	0,14	0	0,101							
	Hj. Band.	0,30	0,17	0,378							
	1° hoja	0,51	0,67	0,530							
	2° hoja	0,69	0,74	0,822							
	3° hoja	0,05	0,13	0,414							

En la Fig. 20 se puede observar la proporción de plantas de cebolla en estado fenológico de codo, en CC y SC, siendo mayor la cantidad de plantas en el tratamiento SC los 19 días. Como consecuencia se observó en la Fig. 21 un mayor número de plantas en estado de hoja bandera en el tratamiento CC a los 19 días luego de siembra.

En cuanto a la proporción en estado de 1° hoja verdadera, observada en la Fig. 22, es mayor en el tratamiento con CC, desde los 19 a los 40 días de la siembra, igualándose a los 47 días.

En cambio, en estado de 2º hoja verdadera CC solo fue mayor a los 40 y 47 días luego de la siembra (Fig. 23). A los 47 días, no se observaron diferencias en la proporción de plantas en cebolla en 3º hoja verdadera entre los dos tratamientos de cobertura (Fig. 24).

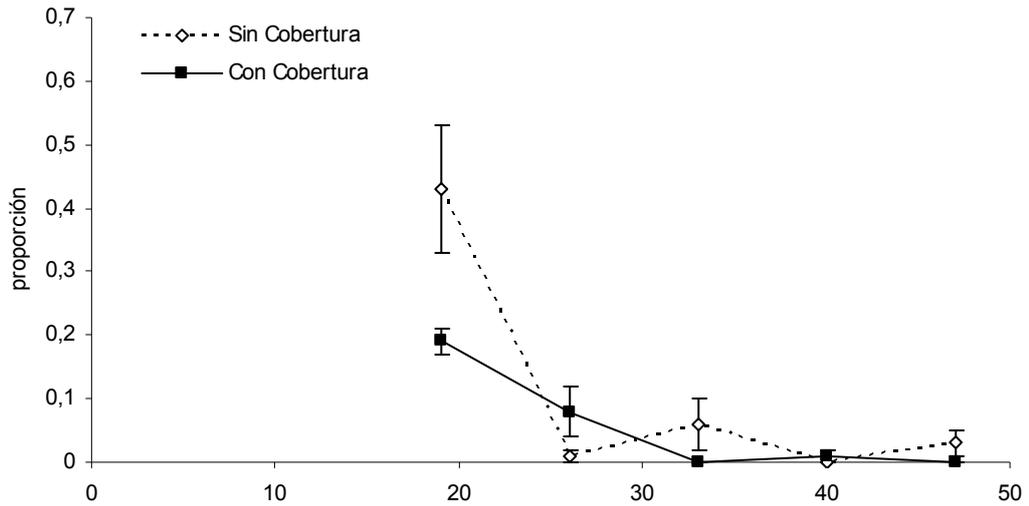


Fig. 20: Proporción de plantas en estado de codo.

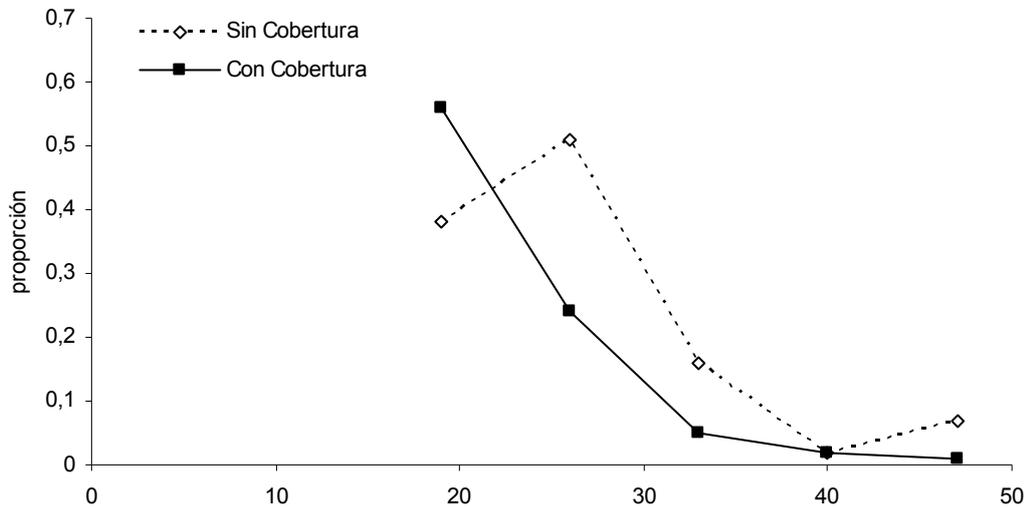


Fig. 21: Proporción de plantas en estado de hoja bandera.

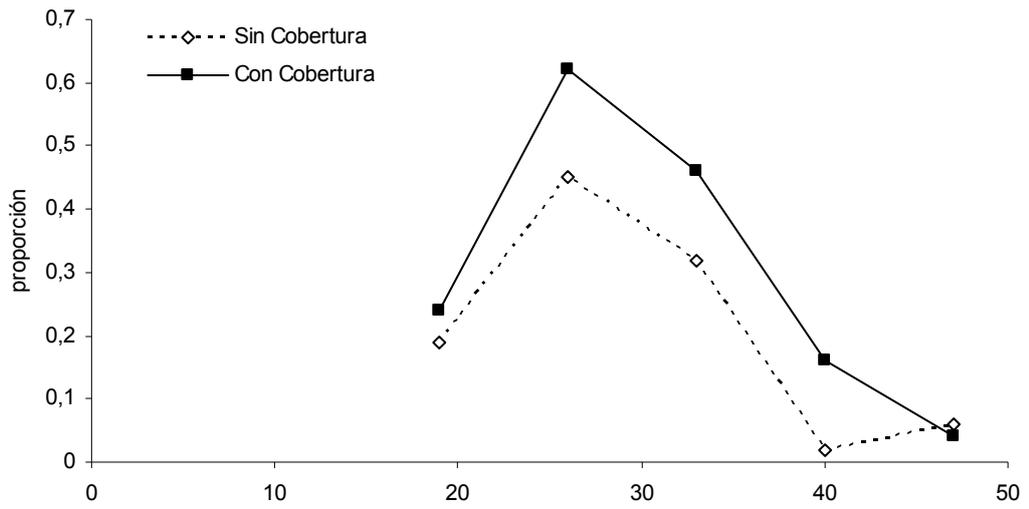


Fig. 22: Proporción de plantas en estado de 1º hoja verdadera.

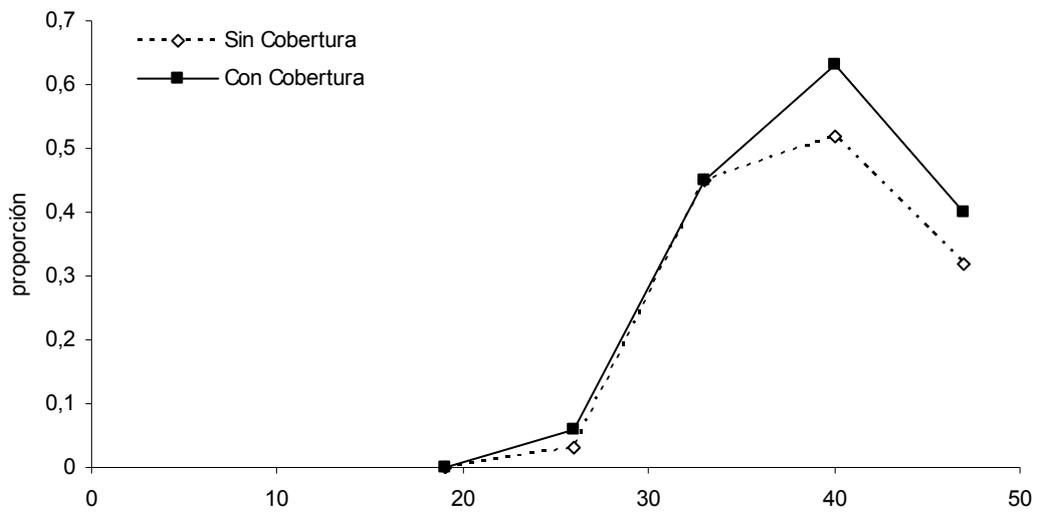


Fig. 23: Proporción de plantas en estado de 2º hoja verdadera.

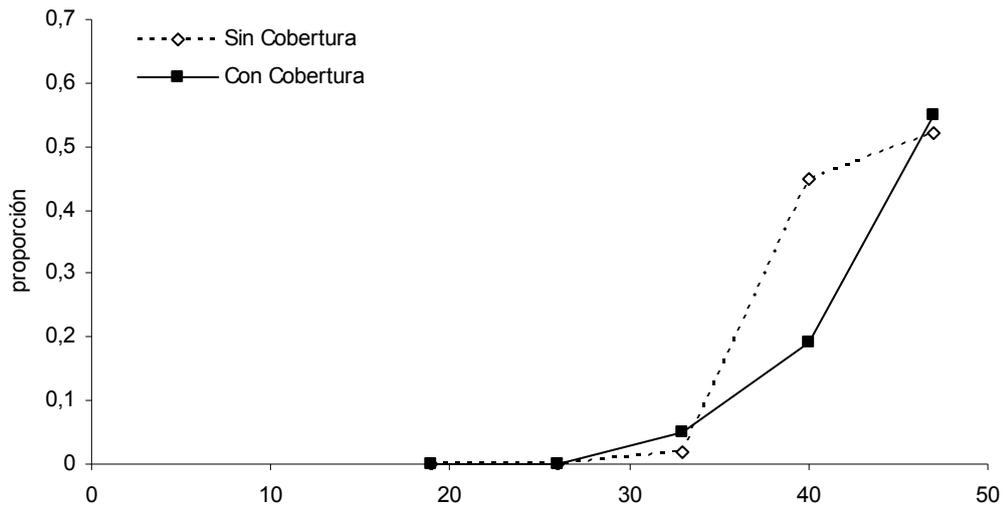


Fig. 24: Proporción de plantas en estado de 3° hoja verdadera.

2.3.4. Peso seco de plantas de cebolla en tercer hoja verdadera

En cuanto al peso seco de plantas en tercer hoja verdadera de cebolla, no se encontraron diferencias significativas según el test t ($p = 0,57$), entre los tratamientos SC y CC, arrojando $108,6 \pm 3,7$ y $105,0 \pm 5,1$ mg pl⁻¹, respectivamente (Fig. 25).

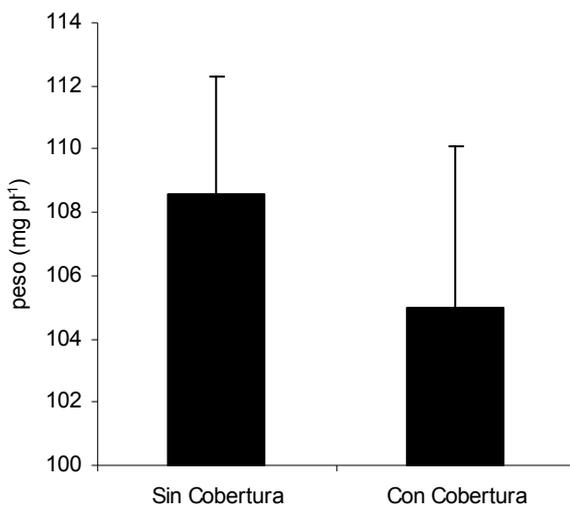


Fig. 25: Peso seco de plantas de cebolla en 3° hoja verdadera de los tratamientos sin cultivo de cobertura y con cultivo de cobertura.

2.3.5. Sanidad y enmalezamiento

No se observaron ataques significativos de plagas y enfermedades en los dos tratamientos. Se observó visualmente un mayor enmalezamiento primavero-estival en el tratamiento con cobertura en comparación con el tratamiento sin cobertura (Fig. 26).

Las plantas de cebolla en el tratamiento CC fueron más delgadas y más largas, en cambio las de SC eran de mayor grosor y de un color verde más intenso (observación visual), sin que esto llegara a tener un efecto sobre el peso seco medido en las plantas (Fig. 27).



Fig. 26: Cultivo de cebolla sin y con cultivo de cobertura a los 28 días luego de siembra, con malezas primaverales.



Fig. 27: Cultivo de cebolla sin y con cultivo de cobertura a los 7 días de una aplicación de los herbicidas Bromoxinil y Haloxifop R metil.

2.4. Discusión

En este experimento se obtuvo una mayor densidad de plantas de cebolla en CC, registrándose 316.800 ± 22.400 pl ha⁻¹. Bajo las condiciones del tratamiento SC se observaron en cambio 145.600 ± 12.800 pl ha⁻¹.

En la siembra con CC se logró una mejora sustancial en el establecimiento de plantas, aunque no se obtuvo una densidad similar a la que reportan trabajos realizados en suelos livianos de CORFO. Entre otras razones esto podría deberse a que el tipo de sembradora utilizado no coincide con el que emplean en aquella región (tipo planet). En el valle bonaerense utilizan sembradoras de hortalizas de 4 cuerpos adaptadas por el productor a 6 cuerpos para poder ocupar todo el espacio posible para la siembra en plano.

En el VIRN el sistema de siembra en plano, bajo las condiciones de este experimento (CC y SC) donde se regó por inundación, no alcanzó a responder a la densidad de un cultivo comercial de cebolla, pero se podrían conseguir mejores resultados con tecnologías de siembra adaptadas a este sistema de CC. Según INTA Hilario Ascasubi (2009) “esta nueva situación implica un replanteo de las prácticas de manejo tradicionales del cultivo, relacionadas al tipo de suelo, preparación del terreno, densidad de plantas, dosificación de agroquímicos y manejo del agua de riego”.

Por otra parte, esto puede deberse también al severo planchado debido al riego por inundación. Tal vez en condiciones de riego por aspersión se pueden llegar a lograr mejores resultados. Sin embargo este método de riego no es una tecnología accesible para la mayoría de los productores pequeños.

El sistema de riego por inundación es más barato, de manera que en el caso de CC al lograr una densidad de cultivo similar a los sistemas tradicionales (350 – 500 mil plantas ha⁻¹), mejoraría sustancialmente la rentabilidad de los productores pequeños en comparación con los costos del sistema convencional. En general los pequeños productores no poseen maquinaria

propia y se ven en la obligación de contratar el servicio para cada labor cultura por lo que este sistema disminuiría los costos en la preparación del suelo.

Durante todo el período experimental se observó que las plantas de cebolla del tratamiento CC fueron más altas que en SC. Las razones de esta diferencia podrían estar asociadas con la falta de luz en esta etapa inicial del crecimiento, ocasionada por la presencia de la cobertura muerta que interfiere con la disponibilidad de luz.

Las condiciones ambientales en que las hojas que se desarrollan, influyen sobre su grosor y, por ende, sobre el tamaño del sistema fotosintético, generando variación entre especies, o entre cultivos o aun entre hojas individuales dentro de cada uno de estos grupos. Al incrementarse el grosor aumenta el tamaño medio de las células del mesófilo, el peso específico foliar y la cantidad de cloroplasto por unidad de área, lo cual explica en gran medida las diferencias entre hojas que reciben el sol y las sombreadas (Milthorpe y Moorby 1979).

La cobertura vegetal superficial podría ser responsable del adelantamiento fenológico porque provee protección a las plantas del viento en las primeras etapas del crecimiento. Esto crea un microhabitat que podría ser responsable de estas diferencias (punto a explorar en futuras investigaciones). Asimismo el complejo raíces-suelo podría mejorar la temperatura del suelo y con ello adelantar la germinación y emergencia del cultivo de cebolla. Por otra parte, la presencia de malezas en los dos tratamientos se puede deber a que no se aplicó herbicida pre-emergente al experimento.

Si se encuentra la tecnología adecuada para el control preemergente de malezas, el adelantamiento del cultivo durante la ventana de control postemergente (bandera - 2º hoja verdadera según Dall Armellina (1996) permitiría un mejor control de las malezas en estados tempranos de su desarrollo puesto que, comparativamente, se estaría aplicando herbicidas sobre plantas de cebolla más grandes, con dosis más bajas en respuesta a

malezas menos desarrolladas. De esta manera se reduciría el costo en herbicidas.

Al no poder escardillar, este manejo requiere un control estricto y eficiente de malezas realizado mediante el empleo de herbicidas. En cuanto al control pre-emergente con *pendimetalin*, este sistema no se adaptaría debido al riesgo de que como consecuencia de la lámina de agua aplicada el herbicida alcance la posición de la semilla de cebolla. Por ende, si solamente se va a depender de herbicidas postemergentes debe partirse de suelos limpios, con baja presión de malezas o bien utilizar algún otro herbicida pre-emergente que no posea los niveles de fitotoxicidad que evidencia el *pendimetalin*, siendo este un aspecto que requiere investigación futura.

No se observaron ataques significativos de insectos y enfermedades a lo largo de la realización del ensayo en ninguno de los tratamientos, aunque se observó un mayor enmalezamiento primavero-estival en el tratamiento con cobertura con respecto al tratamiento sin cobertura. Esto puede deberse a que el tiempo entre la aplicación de glifosato y la siembra fue amplio en el experimento, y que por condiciones de microhábitat se favoreció el mayor crecimiento de malezas en cultivos con cobertura.

La ausencia de diferencias en el tamaño individual y biomasa de las plantas de cebolla en 3º hoja verdadera en ambos tratamientos, puede deberse a que no se alcanzaron densidades de competencia intraespecífica y a que la presencia de malezas supuestamente mayor en CC no alteró significativamente la captura de carbono por parte del cultivo.

El adelantamiento fenológico bajo CC tuvo efecto breve en las primeras semanas del cultivo. Estas diferencias no representaron cambios significativos en el tamaño de las plantas, aunque según se ha hipotetizado anteriormente, podrían ser muy útiles a los fines del manejo de malezas, aspecto a explorar en investigaciones futuras.

El aumento de densidad de siembra en siembras sobre CC daría por lo tanto, mayor rendimiento en bulbos por unidad de superficie. Caracotche (2009) afirma que con una mayor densidad de siembra es posible alcanzar un rendimiento superior correspondiente a un mayor número de bulbos.

CAPITULO 3

EXPERIMENTO EN MACETAS

3.1. Introducción

La implementación de cultivos de cobertura en los sistemas agrícolas actuales cada vez menos diversificados, podría constituir una herramienta agronómica para mitigar la degradación edáfica y química de los suelos (Restovich *et al.* 2011). El incremento en la estabilidad estructural en respuesta a la incorporación de los cultivos de cobertura, tanto a campo como en invernáculo, confirma la capacidad de generar estabilidad en los suelos limosos a partir de la formación de un complejo suelo-raíces (Varela *et al.* 2011).

Según Pfister Oliver *et al.* (2000) existe una alta correlación inversa entre la resistencia mecánica a la emergencia de plántula y el porcentaje de humedad presente.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en macetas individuales el efecto de la densidad del cultivo de cobertura sobre el suelo y sobre la emergencia de plántulas de cebolla.

3.2. Materiales y métodos

Se realizó un experimento en macetas en un lote agrícola ubicado en el campo de la Escuela Agropecuaria Carlos Spegazzini de la ciudad de Carmen de Patagones, provincia de Buenos Aires (40° 47' 25,47" LS; 62° 58' 40,53" LO). Este sitio fue elegido por su accesibilidad y disponibilidad de agua para riego durante el período experimental. El suelo del lugar fue laboreado mediante dos pasadas de rastra de discos y se procedió a la construcción de un par de melgas separadas 3 m, para definir el sector regado.

Se utilizaron macetas rectangulares de plástico de 300 cm² con una profundidad efectiva de 3,5 cm. Las mismas fueron rellenas con el mismo

suelo franco arcilloso utilizado en el ensayo a campo según fuera descrito en el capítulo 2 (Tabla 1) y fueron enterradas de modo que la parte superficial de las mismas quedara a nivel del suelo. El 02/11/2011 se sembraron en estas macetas cuatro densidades de raigrás (*Lolium multiflorum* Lam): 0; 50; 100 y 200 kg ha⁻¹ con 7 repeticiones para cada uno de los tratamientos, siguiendo un diseño completamente aleatorizado. Se dieron riegos semanales según necesidad para garantizar el establecimiento del cultivo de cobertura. Cuando el cultivo se encontraba en su máximo crecimiento (antes de comenzar el estado reproductivo) se tomaron 3 muestras de biomasa aérea cortando con tijera a ras del suelo y de la biomasa subterránea de cada tratamiento, para realizar el peso seco (60 °C, 72 h).



Fig. 28: Maceta con el tratamiento de suelo sin cultivo de cobertura.



Fig. 29: Maceta con raigrás como cultivo de cobertura, a razón de 50 kg ha⁻¹, 60 días de la siembra.



Fig. 30: Maceta con raigrás como cultivo de cobertura, a razón de 100 kg ha⁻¹, 60 días de la siembra.



Fig. 31: Maceta con raigrás como cultivo de cobertura, a razón de 200 kg ha⁻¹, 60 días de la siembra.



Fig. 32: Muestra de cultivo de cobertura para realizar peso seco de biomasa y raíz.



Fig. 33: Muestra de biomasa aérea y de las raíces con suelo del cultivo de cobertura para realizar peso seco.

El 06/02/2012, a los 66 días de la siembra, se aplicó sobre el cultivo de raigrás el herbicida glifosato 66,2% EC a razón de 6 lt PC ha⁻¹ y 2 semanas después se sembró cebolla (*Allium cepa* L.) de la variedad *Grano de Oro* a razón de 9 kg ha⁻¹. A los 15 días de la siembra se contó la cantidad de plantas por tratamiento y se midió el espesor del complejo suelo-raíces utilizando un calibre metálico. Los datos fueron analizados mediante ANOVA, utilizando el programa Infostat⁵ y para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey.

3.3. Resultados

3.3.1. Emergencia de plantas de cebolla

La densidad de plantas de cebolla fue superior en los tratamientos CC que en SC ($p=0,033$; Tabla A-9, Fig. 34), sin que se observaran diferencias entre dosis de siembra para estos últimos. Mientras en la situación sin cobertura (SC) se observó una densidad de $3,0 \pm 0,58$ pl maceta⁻¹, la media para los tratamientos con cobertura (CC) fue de $5,0 \pm 0,19$ pl maceta⁻¹, lo cual corresponde a un incremento del 167 % en beneficio del establecimiento del cultivo de cebolla (Fig. 34).

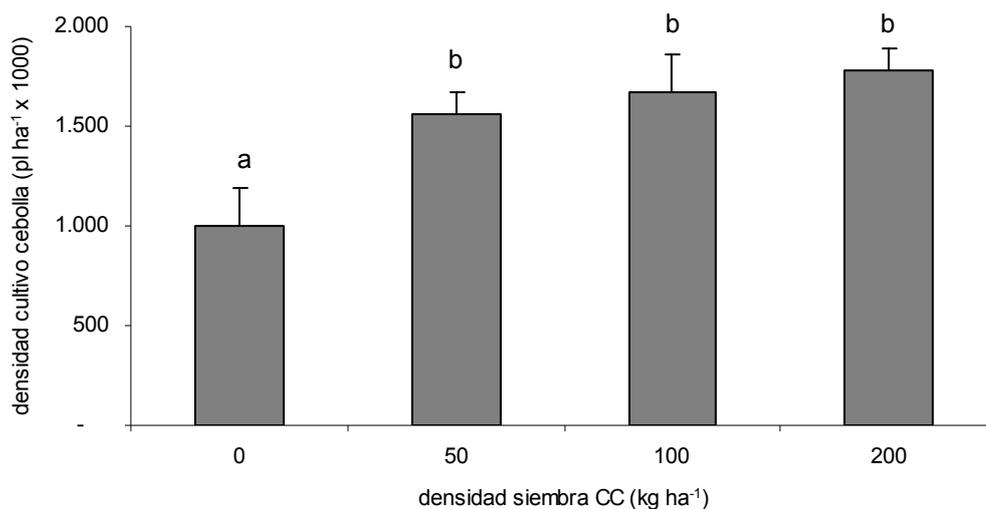


Fig. 34: Densidad de cultivo de cebolla (plantas ha⁻¹) según la densidad de siembra del cultivo de cobertura (raigrás anual, kg ha⁻¹).

3.3.2. Partición de biomasa del cultivo de cobertura

La biomasa aérea del cultivo de cobertura se incrementó conforme al aumento de la densidad de siembra, observándose diferencias significativas entre todos los tratamientos, los cuales oscilaron entre 1850 – 3713 kg PS ha⁻¹ ($p = 0,0008$; Tabla A-6, Fig. 35).

En cuanto a la biomasa subterránea, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de 100 y 200 kg ha⁻¹, pero hubo diferencias con 50 kg ha⁻¹. Las medias obtenidas fueron 2248 ± 418 , 4852 ± 171 y 4056 ± 690 kg PS ha⁻¹, para las densidades de 50, 100 y 200 kg ha⁻¹ respectivamente ($p=0,021$; Tabla A-7, Fig. 35).

La biomasa total (biomasa aérea + biomasa subterránea) tuvo un comportamiento similar al de la biomasa subterránea en cuanto a la diferencia entre tratamientos, con medias de 4097 ± 318 , 7492 ± 94 y 7769 ± 556 kg PS ha⁻¹, para las densidades de 50, 100 y 200 kg ha⁻¹, respectivamente ($p=0,0008$; Tabla A-8, Fig. 35).

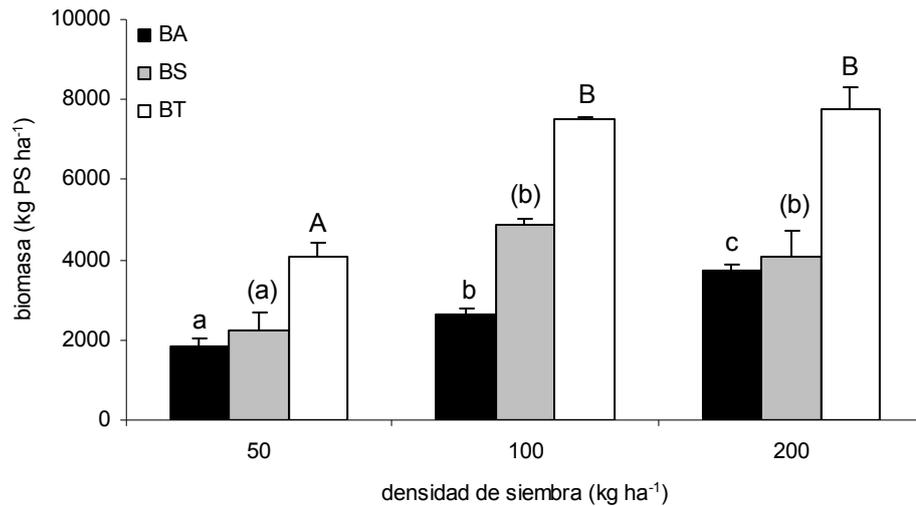


Fig. 35: Peso seco (kg ha⁻¹) de biomasa aérea (BA), subterránea (BS) y total (BT) en función de la densidad de siembra (kg ha⁻¹).

3.3.3. Tamaño del complejo suelo-raíces de la cobertura

El espesor del complejo suelo-raíces (CSR) con cultivo de cobertura se incrementó con la densidad de siembra del raigrás ($p=0,0001$, Tabla A-10; Fig. 36), con valores de $1,40 \pm 0,15$; $1,80 \pm 0,12$; $2,43 \pm 0,17$ y $3,13 \pm 0,24$ cm del CSR, respectivamente para las densidades de 0, 50, 100 y 200 kg ha⁻¹.

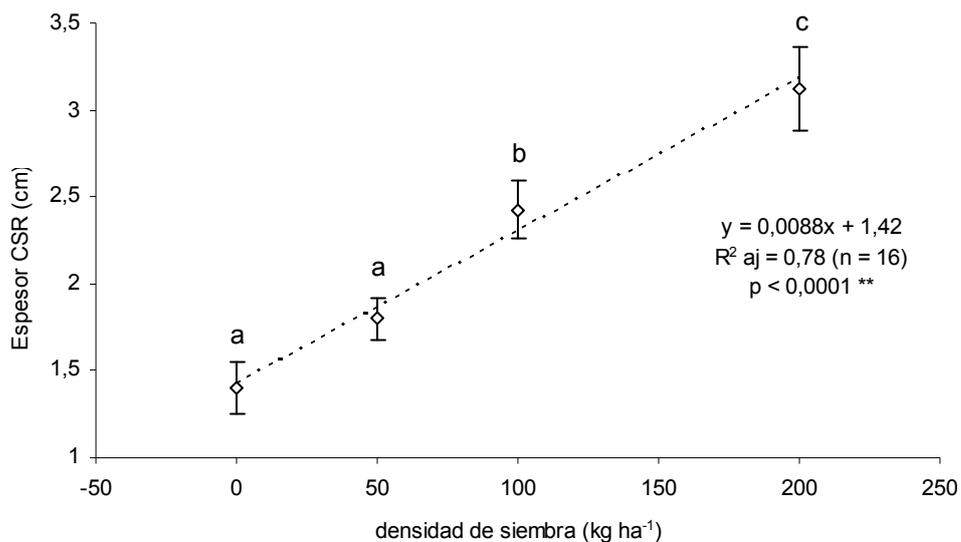


Fig. 36: Espesor del complejo de suelo-raíces (cm) en relación a la densidad de siembra (kg ha⁻¹).

En el suelo sin cobertura se observó la presencia de costra superficial (Fig. 37), la cual estuvo ausente en el suelo con cobertura.



Fig. 37: Maceta con formación de costra en el tratamiento sin cultivo de cobertura (izq.) y con cultivo de cobertura (der.).

3.4. Discusión

La cebolla es un cultivo de alto costo de producción y donde el rendimiento y la calidad dependen ampliamente del logro de un stand adecuado de plantas. En este sentido, el encostramiento del suelo puede ocasionar una emergencia irregular y como consecuencia de esto un pobre stand de plantas, lo cual en definitiva afecta el rendimiento y calidad del cultivo (Heather y Sieczka 1991).

En esta especie la emergencia es una etapa sensible al encostramiento. Según Whalley *et al.* (2004) al comparar a la cebolla con la zanahoria, encuentra que esta última es más tolerante. Algunos estudios han experimentado con sustancias que previenen el encostramiento como el yeso o el ácido sulfúrico aplicados sobre la línea de siembra de la cebolla (Yacoub 1991). Según Amezketa *et al.* (2003) la adición de yeso y el retraso del riego hasta después de la emergencia fue un tratamiento efectivo para reducir el encostramiento del suelo, luego de evaluar la siembra directa sobre leguminosas y sobre suelo casi desnudo.

De acuerdo con Rapp *et al.* (2000), uno de los mecanismos que afecta a la emergencia de las plántulas por la formación de costras superficial es la tasa de evaporación que determina el contenido de humedad en la cama de siembra. La emergencia de cebolla con CC fue mayor que SC (+ 67%), debido probablemente a que no se produjo costra superficial en el suelo con cobertura. Asimismo en este experimento se pudo observar que bajo condiciones con cobertura el suelo se seca menos que sin cobertura, por lo que este último requiere más riegos. Esta información sin embargo no fue medida específicamente.

En este trabajo se observó que la densidad de plantas de cebolla se vio beneficiada por la presencia del CC en todas las densidades del experimento (Fig. 34). El efecto protector de la cobertura vegetal generó mejores condiciones para la emergencia, como por ejemplo menor encostramiento. La menor resistencia física a la emergencia de las plantas con CC se debe a la mayor retención de humedad asociada a la presencia de CC, pues disminuye la evaporación, este efecto fue asimismo mencionado por Pfister Oliver *et al.* (2000).

El aumento de la biomasa aérea estuvo relacionado con la densidad de siembra del cultivo de cobertura. Sin embargo, para la biomasa subterránea no se observó una relación lineal ya que aumenta significativamente entre las densidades de 50 a 100 kg ha⁻¹, no encontrándose diferencias significativas entre 100 y 200 kg ha⁻¹. Esto se puede deber a la ocupación del espacio subterráneo en las macetas dadas y a la mayor competencia intraespecífica subsuperficial con mayores densidades de siembra.

Un análisis de la biomasa total permite inferir que es indistinto sembrar 100 o 200 kg ha⁻¹ de raigrás. Cualquiera de estas densidades puede significar menor impacto de gotas de lluvia, que generan el planchado y conservan más humedad, lo que influye en la menor resistencia del suelo a la emergencia de las plantas.

El mayor espesor del complejo suelo-raíces (CSR) en las dos densidades más altas (100 y 200 kg ha⁻¹) se debió a que las raíces de la cobertura se entrelazan en el suelo formando un complejo que impide que se forme una capa superficial endurecida. Esto generaría una estructura más estable con condiciones más favorables para la emergencia y crecimiento del cultivo. Solo se pudo observar la existencia de costra en el tratamiento SC donde el CSR fue menor a 1,5 cm.

El riego por inundación que se usó en este experimento produce el efecto de choque de las gotas de agua (propio de una aspersión), por lo cual se valora mucho el rol del CSR bajo esta modalidad. En una aspersión podría adjudicarse un papel más importante a la biomasa aérea de la cobertura.

CAPITULO 4

DISCUSIÓN GENERAL

Becker (1993) afirma que el sistema de siembra en plano puede funcionar y es dable esperar buenos rendimientos, particularmente en suelos de textura arenosa. Los suelos del VIRN son en su mayoría de textura pesada y por lo tanto no se podría generalizar tal afirmación.

Según los experimentos realizados en esta tesis con suelo franco arcilloso, tanto en el campo como en macetas, la emergencia de cebolla sembrada en plano fue mayor utilizando un CC (raigrás anual) que sin cobertura, hasta tercer hoja verdadera.

En manejos tradicionales de cultivo en surco se trabaja con una densidad de 350-500 mil pl ha⁻¹, con una alta intensidad de laboreo que impacta en los costos de producción. En condiciones de cultivo en plano sobre suelos pesados se logró en este trabajo una densidad similar (317 mil pl ha⁻¹) con una menor presión de laboreo sobre el sistema, un probable ahorro de agua por menor cantidad de riegos y de mano de obra.

El aumento del stand de plantas asegura una determinada cantidad de bulbos por hectárea, definiendo así un mayor rendimiento. Sin embargo, en investigaciones futuras se debería analizar la incidencia del encostramiento sobre la calidad de los bulbos (incidencia de deformaciones) y la sanidad del cultivo.

Con densidades de cobertura de 100 kg ha⁻¹ o mayores, se obtuvo un aumento significativo en el stand de plantas de cebolla, pero con una densidad de 200 kg ha⁻¹ se logró un mayor espesor del CSR, que daría mas estabilidad a la cama de siembra y en condiciones de cultivo comercial podría ser mas beneficioso.

Sin embargo, este sistema requeriría un adecuado manejo de los herbicidas post-emergentes debido a la imposibilidad de efectuar labores de escarda mecánica.

Este sistema introduciría mejoras agronómicas que posibilitarían el cultivo de cebolla en plano en los suelos franco-arcillosos del VIRN.

La adopción de esta tecnología por parte de los productores de cebolla del VIRN permitiría reducir la dependencia de los contratistas (sembradores) que en la época de siembra de la cebolla tienen baja disponibilidad o altos costos de preparación de la cama de siembra. Por otro lado permitiría reducir la intensidad de laboreo de los lotes.

CAPITULO 5

BIBLIOGRAFÍA

- ALJARO URIBE, A. 2001. Segundo curso/taller de cebollas. Serie actas N° 11. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago, Chile. 108 pág.
- AMEZKETA, E.; ARAGÜES, R.; PEREZ, P. y BERCERO, A. 2003. Técnicas de control del encostramiento de los suelos y su efecto en la emergencia y producción de maíz. Revista de Investigación Agraria. España. Pág. 101-110.
- AMEZKETA, E. y DONEZAR, M. 2004. Degradación de suelos en áreas regables. En revista Agropecuaria. España. Pág. 562-566.
- BECKER, C. A. 1993. Ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de plantación en cebolla para el V.B.R.C. Pág. 15-19. En 2^{das} jornadas regionales sobre el cultivo de cebolla. Estación Experimental Agropecuaria. INTA Hilario Ascasubi. Centro Regional Buenos Aires Sur. Buenos Aires.
- CANTAMUTTO, M.; y ANCÍA, V. 2009. Riego por Aspersión: Seguimiento de equipos de riego por aspersión fija en cultivo de cebolla en el Valle Bonaerense del Río Colorado. CORFO Río Colorado. Buenos Aires. 27 pág.
- CARACOTCHE, V. 2009. Evalúan densidades de siembra en cebolla. Publicado en: <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=10030>.
- CAZORLA, C.; BAIGORRIA, T.; LARDONE, A.; BOJANICH, M.; AIMETTA y VILCHES, B. 2010. Antecesoros de maíz: barbecho o cultivos de cobertura? EEA INTA Marcos Juárez. Córdoba. 7 pág.

- CHARCAS SALAZAR, H. 1993. Soil crusting influence in emergence of wheat, maize and bean. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Avícolas y Pecuarias .México. N° 5. 75 pág.
- COOLMAN, R. M. y HOYT, G. D. 1993. The effects of reduced tillage on the soil environment. 3 pág. En Hort Technology. American Society for Horticultural Science. Pág. 143-145.
- CURCIO, N. 2007. Cebolla. Páginas 29 a 32. En Alimentos Argentinos Edición Especial español- ingles. N° 38 – Agosto 2007. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Buenos Aires. 68 pág.
- DE BERASATEGUI, L. 2002. Estadísticas climáticas del Valle de Viedma. 30 años. Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior de Río Negro – INTA convenio Pcia RN. Información Técnica N° 20. Año 1- N° 2. Río Negro. 70 pág.
- DALL ARMELLINA, A. 1996. Manejo de malezas y uso mínimo de herbicidas. Boletín técnico N° 3. CORFO. Buenos Aires. 18 pág.
- DALL ARMELLINA, A.; MARTÍNEZ, R. M.; CHAVES, H.; GAJARDO, O.; LIZAMA, J.; LUNA, E.; MARGIOTTA, F. y MONTICO, M. L. 1999. Manejo integrado del cultivo de cebolla de siembra directa a partir del uso reducido de plaguicidas y fertilizantes en el sur Argentino. Informe final del proyecto de investigación - V018- Universidad Nacional del comahue, CURZA. Viedma .Río Negro. 97 pág.
- EEA INTA HILARIO ASCASUBI. 2001. Directivas. Producción Integrada de cebolla. Temporada 2000-2001. EEA – INTA Hilario Ascasubi y EEA Valle Inferior Pcia. de Río Negro – INTA. Buenos Aires. 44 pág.

- EEA HILARIO ASCASUBI. 2009. Siembra de cebolla en platabanda. grupo horticultura INTA-EEA Hilario Ascasubi. 2 pág. En: www.inta.gov.ar/ascasubi/info/indices/tematica/cebolla.htm. Buenos Aires.
- EEA INTA HILARIO ASCASUBI. 2011. 5ta Fiesta Regional de la Cebolla. 8.9 y 10 de Abril de 2011. Hilario Ascasubi – Villarino. 18 pág.
- EEA MENDOZA y EEA LA CONSULTA. 1992. El cultivo de la cebolla. Pág. 42-48. En revista Agro de Cuyo 2. Año 2. 1992. publicación del INTA-Centro Regional Cuyo. San Juan.
- EGUILLOR RECABARREN, P. 2008. Situación del mercado de la cebolla. 2007 – 2008. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA. Ministerio de Agricultura. Chile. 18 pág.
- ERNST, O. 2002. Leguminosas como cultivo de cobertura. Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. 9 pág.
- FAO. 1998. Cultivos de cobertura para la agricultura sostenible en América. En: www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Pound7.htm .
- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas de la FAO. 8. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italia. 220 pág.
- FORMAGGINI, P. 2009. El INTA y Syngenta en el manejo de ajo y cebolla. En: www.elsitioagricola.com/gacetillas/gacetillas/2009/20091111-jornada-capacitacion-tecnica.asp.
- FUENTES CHAVIANO, P. F.; PEÑA CALZADA, K. y CRISTO HERNÁNDEZ, M. 2007. Sistema de Siembra con Cobertura en el Cultivo de Cebolla (*Allium cepa* L.). II: Efectos sobre rendimientos. Cuba.

Pág. 10-13. En Cuadernos de Fitopatología. Revista técnica de fitopatología y entomología. Año nº 24. Nº 93.

- FUENTES YAGÜE, J. L. 1998. Riego por superficie. Capítulo 8. Libro: Técnicas de riego. Tercera edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Edición MUNID-PRENSA. Madrid. 205 a 234 pág.
- GALMARINI C. R. 1997. Manual del cultivo de la cebolla. INTA Centro Regional Cuyo. 128 pág.
- GALMARINI, C.; GAVIOLA, J.; PEREYRA, M.; RUIZ, A. M. y BURZICHELLI, S. 2002. Elementos para un análisis estratégico de la cadena de cebolla argentina, con especial referencia a la provincia de Mendoza. EEA La Consulta, INTA. 13 pág.
- HEATHER, D. W. y SIECZKA, J. B. (1991) Effect of seed size and cultivar on emergence and stand establishment of broccoli in crusted soil. Journal of the American Society for Horticultural Science 116. 946-949.
- HIVELEY, W. D. y COX, W. J. 2001. Interseeding Cover Crops into Soybean and Subsequent Corn Yields. Agronomy Journal. Vol. 93. Pág. 308-313.
- KIEHR, M. y DELHEY, R. 2007. Estrategias para el manejo de enfermedades de cebolla en el sur argentina. Pág. 5-10. Publicado en la revista: Estrategias para el manejo de enfermedades de cebolla. Agro UNS. Publicación del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. 2007. Año IV. Nº 7. Buenos Aires.
- MAHBOUBI, A. A. y LAL, R. 1998. Long-term tillage effects on change in structural properties of two soils in central Ohio. Soil and Tillage Research. Vol. 45. 1998. Pág. 107-118.

- MARTÍNEZ, R. M. y DALL´ ARMELLINA, A. 1995. Sistemas productivos sostenibles en agricultura intensiva de áreas bajo riego. Informe de avance. Proyecto. CURZA. Río Negro. 44 pág.
- MILTHORPE, F. M. y MOORBY J. 1979. Introducción a la fisiología de cultivos. Estados Unidos. 244 pág.
- ODHIAMBO, J. O. y BOMKEB, A. A. 2001. Grass and legume cover crop effects on dry matter and nitrogen accumulation. Agronomy Journal. Vol. 93. N° 2. Pág. 299-307.
- ORMEÑO, O. y QUIROGA, A. 2001. Cobertura. Aspectos del manejo en relación con la conservación de los suelos y el agua. Boletín de divulgación técnica N° 72. EEA Anguil- INTA. La Pampa. 32 pág.
- OZCÁRIZ, E. 1998. El suelo y las sales. Información técnica N° 8. EEA VI –INTA. Río Negro. 108 pág.
- PFISTER OLIVER, H.; GUTIERREZ, N. C. y VENIALGO, C. A. 2000. Determinación del encostramiento de suelo con diferentes sistemas de manejo. Conservación y Manejo de Suelos - Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE. Corrientes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. 3 pág.
- PORCUNA COTO, J. L. 2003. Manejo integrado de la cebolla (*Allium cepa*, L.). Área de Protección de los Cultivos de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valencian. 15 pág.
- RAPP, L.; SHAINBERG, L. y BANIN, A. 2000. Evaporation and crust impedance role in seedling emergence. Soil Science 165, 354-364.
- RESTOVICH, S. B.; ANDRIULO, A. E. y AMÉNDOLA, C. 2011. Introducción de cultivos de cobertura en la rotación soja-maíz: efecto

sobre algunas propiedades del suelo. INTA Pergamino. Publicado en Ciencia del suelo. Vol. 29. N° 1. Buenos Aires. 2011.

- RODRÍGUEZ, N. M. 2003. Sistemas de manejo de malezas con uso reducido de herbicidas para girasol sin labranza en un cultivo de vicia sp. como cultivo de cobertura. En el libro Cultivo de cosecha gruesa- Actualización 2003. Pág. 128-148.
- RUFFO, M. L. y PARSONS, A. T. 2004. Cultivos de Cobertura en Sistemas Agrícolas. Publicado en Informaciones Agronómicas de Cono Sur. N° 21. Argentina. 8 pág.
- SIRI-PRIETO, G. y ERNST, O. 2011. Raigrás como cultivo de cobertura: Efecto del largo del período de barbecho sobre la disponibilidad de agua, el riesgo de erosión y el rendimiento de la soja. Nota técnica Uruguay. 10 pág. De la revista CANGÜÉ N° 31.
- SMITH, M. S.; FRYE, W. W. y VARCO, J. J. 1987. Legume winter cover crops. In: B.A. Stewart (ed.) Advances in Soil Science Vol. 7. Pág. 95-139. Springer-Verlag, New York, Estados Unidos.
- SOUZA, J. 1998. Agricultura orgánica. Tecnologías para la producao de alimentos saudáveis. Vol. I. 1998. Victória. EMCAPA. 176 pág.
- TAGLIANI, P. R.; MIÑON, D. J.; DI NARDO, Y.; LA ROSA, F. A.; LASCANO, O. J.; TELLERIA, M. A. C. y VILLEGAS NIGRA, H. M. 2011. Valor agregado de la actividad económica primaria del Valle Inferior del río Negro. Río Negro. 160 pág.
- VARELA, M. F.; FERNÁNDEZ, P. L.; RUBIO, G. y TABOADA, M. 2011. Cultivos de cobertura: efectos sobre la macroporosidad y la estabilidad estructural de un suelo franco-limoso. Pág. 99-106. Publicado en Ciencia del suelo. Vol. 29 N° 1. Buenos Aires.

- VAN KONIJNEMBURG, A. y MARTÍNEZ, R. M. 1995. Cebolla en el norte de la Patagonia. Técnicas disponibles para una producción exitosa. Información técnica N° 4. EEA Valle Inferior del Río Negro. Convenio IDEVI-INTA. 49 pág.
- VAN KONIJNEMBURG, A. 2009. Cebolla. Parte 1. Propiedades, actualidad, variedades, claves productivas. Pág. 8 - 13. En revista Fruticultura y Diversificación. N° 59. 2009. Río Negro. 52 pág.
- VIGLIOLA, M. I. 1998. Manual de Horticultura. Buenos Aires. Editorial Hemisfério Sur S. A. Pág. 106-118.
- WHALLEY, W. R.; CLARK, L. J.; FINCH-SAVAGE, W.E. y COPE, R. E. (2004) The impact of mechanical impedance on the emergence of carrot and onion seedlings. Academic Journal. Plant y Soil. Vol. 265. Issue ½, pág. 315.
- YACOUB, M. M. 1991. Effects of soil amendments on crusting, seedling emergence and yield of onion, tomatoes and peppers. University of Arizona.

ANEXO

Tabla A-1: Análisis de medidas repetidas para diferencias entre tratamientos de cobertura para el número de plantas de cebolla en 3 m lineales, mediante el análisis multivariado (Wilks) en el experimento a campo. Corrida 2 en ANOVA multivariado (Infostat 2008).

F.V.	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	<i>p</i>
Tratamiento	0,35	24,17	1	13	0,0003

Tabla A-2: Análisis de medidas repetidas para diferencias entre tratamientos de cobertura (corrida 1, realizado mediante el programa Infostat 2008) para el número de plantas de cebolla en 3 m lineales (sin fecha 12 días después de la siembra), mediante el análisis multivariado (Wilks) en el experimento a campo.

F.V.	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	<i>p</i>
Tratamiento	0,95	0,12	4	10	0,9718

Tabla A-3: Análisis multivariado para diferencias entre tratamientos de cobertura (corrida 2, realizado por el programa Infostat 2008) de la altura de plantas de cebolla entre tratamientos de 26, 33, 40 y 47 días luego de la siembra del cultivo, según Wilks.

F.V.	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	<i>p</i>
Tratamiento	0,64	7,19	1	13	0,0188

Tabla A-4: Análisis de la varianza para combinaciones lineales (Wilks) mostrando el efecto tiempo en la altura de las plantas de cebolla entre los tratamientos, sin cultivo de cobertura y con cultivo de cobertura, a los 26, 33, 40 y 47 días. (Corrida 1, realizado por el programa Infostat 2008).

Tratamiento	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	<i>p</i>
Fila 1 de C	0,06	60,15	3	11	<0,0001
Total	0,06	60,15	3	11	<0,0001

Tabla A-5: Análisis de la varianza multivariado (Wilks) de la diferencia en el tiempo de altura de plantas de cebolla, 26, 33, 40 y 47 días después de la siembra del cultivo, (corrida 1, realizado por el programa de Infostat 2008).

F.V.	Estadístico	F	gl (num)	gl (den)	<i>p</i>
Tratamiento	0,59	2,55	3	11	0,1093

Tabla A-6: Análisis de la varianza de la biomasa aérea (kg PS ha⁻¹) para diferentes densidades de cultivo de cobertura (realizado mediante el programa Infostat 2008) en el experimento en macetas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5246009,56	2	2623004,78	29,53	0,0008
Dens CC	5246009,56	2	2623004,78	29,53	0,0008
Error	533001,33	6	88833,56		
Total	5779010,89	8			

Tabla A-7: Análisis de la varianza de la biomasa subterránea (kg PS ha⁻¹) para diferentes densidades de cultivo de cobertura (realizado mediante el programa Infostat 2008) en el experimento en macetas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10683970,89	2	5341985,44	7,85	0,0211
Dens CC	10683970,89	2	5341985,44	7,85	0,0211
Error	4081413,33	6	680235,56		
Total	14765384,22	8			

Tabla A-8: Análisis de la varianza de la biomasa total (kg PS ha⁻¹) para diferentes densidades de cultivo de cobertura (realizado mediante el programa Infostat 2008) en el experimento en macetas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25076916,22	2	12538458,11	29,89	0,0008
Dens CC	25076916,22	2	12538458,11	29,89	0,0008
Error	2517092,00	6	419515,33		
Total	27594008,22	8			

Tabla A-9: Análisis de varianza de densidades de cebolla con respecto a la densidades de siembra de cobertura de 0, 50, 100 y 200 kg ha⁻¹ (realizado mediante el programa Infostat 2008).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1074074074781,48	3	358024691593,83	4,83	0,0332
Dens CC	1074074074781,48	3	358024691593,83	4,83	0,0332
Error	592592592718,52	8	74074074089,81		
Total	1666666667500,00	11			

Tabla A-10: Análisis de la varianza del espesor del complejo suelo-raíces (cm) del cultivo de cobertura en relación a la densidad de siembra (kg ha⁻¹) (realizado mediante el programa Infostat 2008).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,82	3	2,27	18,76	0,0001
Dens CC	6,82	3	2,27	18,76	0,0001
Error	1,46	12	0,12		
Total	8,28	15			