

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**SIEMBRA DIRECTA DE CEBOLLA SOBRE COBERTURAS  
VEGETALES**

**por**

**Jorge Gualberto VOLPI ALVEZ**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de *Magister* en Ciencias  
Agrarias opción Suelos y Aguas**

Montevideo

URUGUAY

Mayo 2017

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Dr. Guillermo Galván, Dr. Jorge Arboleya, y M.Sc. Carlos Barros, el 9 de junio de 2017. Autor: Ing. Agr. Jorge Volpi.  
Director Dr. Juan José Olivet.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia, en especial mi señora Patricia, por su apoyo y tolerancia en este proceso de formación que implicó grandes esfuerzos para todos.

A mi tutor Juan Olivet, por su apoyo, y direccionarme en este proceso.

A la dirección, unidad de Horticultura y funcionarios de la EEFAS que participaron en los ensayos, colaborando con recursos y logística para que los ensayos pudieran salir adelante.

A INIA Salto Grande, especialmente Esteban Vicente, Matías González, y funcionarios de la unidad de horticultura por todo el apoyo brindado en 2013 para que se realice el ensayo, y por los aportes en años posteriores.

A Jorge Arbolea por permitirme trabajar juntos en el proyecto con el que se financió los ensayos en 2014 y 2015.

A Juan Carlos Gilsanz por su colaboración en año 2015 para llevar adelante los ensayos de laboratorio.

A los estudiantes de tecnicatura en producción vegetal intensiva de UTU, que realizaron sus pasantías en la cátedra de mecanización agrícola, apoyando el trabajo de campo de los ensayos de la tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

	página
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VI</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>VII</b>
<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 EL CULTIVO DE CEBOLLA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 USO DE COBERTURA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 FECHAS DE SIEMBRA EN CEBOLLA .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>2. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 AÑO 2013 .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1 <u>Sitios</u> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.2 <u>Instalación y manejo del cultivo</u> .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.3 <u>Diseño experimental</u> .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 <u>Variables estudiadas</u> .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.5 <u>Análisis estadístico</u> .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 AÑO 2014 .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1 <u>Instalación y manejo del cultivo</u> .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 <u>Diseño experimental</u> .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.3 <u>Análisis estadístico</u> .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 AÑO 2015 .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1 <u>Ensayo a campo</u> .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1.1 Manejo del cultivo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1.2 Diseño experimental y variables estudiadas .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1.3 Análisis estadístico .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2 <u>Ensayo de germinación en laboratorio</u> .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2.1 Preparación de muestras .....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.2.2 Diseño experimental y variables estudiadas.....</b>	<b>31</b>

2.3.2.3 <b>Análisis estadístico</b> .....	31
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	33
<b>3.1 AÑO 2013</b> .....	33
<b>3.1.1 <u>Producción de materia seca de las coberturas</u></b> .....	33
<b>3.1.2 <u>Implantación</u></b> .....	34
<b>3.1.3 <u>Floración</u></b> .....	39
<b>3.1.4 <u>Rendimiento comercial y sus componentes</u></b> .....	42
<b>3.2 AÑO 2014</b> .....	47
<b>3.2.1 <u>Producción de materia seca de la cobertura</u></b> .....	47
<b>3.2.2 <u>Implantación</u></b> .....	48
<b>3.3 AÑO 2015</b> .....	50
<b>3.3.1 <u>Producción de materia seca de la cobertura</u></b> .....	50
<b>3.3.2 <u>Implantación ensayo a campo</u></b> .....	50
<b>3.3.3 <u>Germinación y largo de radícula</u></b> .....	52
<b>4. <u>CONCLUSIONES</u></b> .....	55
<b>5. <u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	56
<b>6. <u>ANEXO: Siembra directa de cebolla sobre coberturas vegetales en el noroeste de Uruguay</u></b> .....	63

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cultivos de cobertura, la fecha de siembra y el tiempo de barbecho sobre el cultivo de cebolla sembrada en forma definitiva o siembra directa. En 2013 se realizaron ensayos similares en las estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía (EEFAS) e INIA Salto Grande (INIASG). Allí se evaluaron dos cultivos de cobertura, avena y mocha y un testigo sin cobertura como control en tres fechas de siembra. Las variables estudiadas fueron materia seca de la cobertura, implantación del cultivo, floración y rendimiento. En 2014 y 2015 los ensayos se realizaron en EEFAS, en los que se evaluó el efecto de la duración del barbecho químico de avena (15 a 45 días) sobre la implantación. En 2015 también se evaluó en laboratorio el efecto de la duración del barbecho químico de avena sobre la germinación de semillas de cebolla. En el año 2013, la mayor implantación y rendimiento fueron obtenidos en los tratamientos sin cobertura en ambos sitios. En EEFAS se observó mayor implantación y rendimiento en la fecha más temprana, mientras que en INIASG la mayor implantación y rendimiento se obtuvieron en la fecha de siembra más tardía. En ambos sitios se observó mayor floración en la fecha de siembra más temprana y suelos sin cobertura. En el año 2014 la duración del barbecho químico tuvo efectos significativos sobre la implantación del cultivo: cuanto mayor fue la duración del barbecho (45 días), mayor fue la implantación. En el ensayo de campo en 2015, en condiciones de elevadas precipitaciones, no se obtuvieron diferencias entre las diferentes duraciones de barbecho sobre la implantación del cultivo. En el ensayo de laboratorio, el porcentaje de germinación fue mayor en los tratamientos con mayor tiempo de barbecho. A través de los resultados, se obtuvieron evidencias sobre el efecto negativo de los cultivos de cobertura evaluados en la implantación del cultivo de cebolla. Estos efectos están inversamente relacionados con la duración del barbecho químico y pueden ser atribuibles a los efectos alelopáticos.

**Palabras clave:** *Allium cepa*, sembradoras, cultivo de cobertura, barbecho químico, alelopatía.

## DIRECT SEEDING OF ONION OVER COVER CROPS

### SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the effect of cover crops, the sowing date and the length of the chemical fallow on onion crops directly seeded. In 2013 similar trials were performed in two sites near Salto city: Experimental Station of The Agronomy Faculty (EEFAS) and Experimental Station of INIA (INIASG). The cover crops evaluated were oat and foxtail millet and a treatment without a coverage crop as a control, all sowed in three dates. The variables studied were: dry matter of cover, plant density, flowering rate and bulb yield. In 2014 and 2015, the essays were done at EEFAS, and the effect of the length of the chemical fallow was evaluated in both years. In addition, in 2015, a lab trial was performed to evaluate the effect of the length of the chemical fallow of oat on the germination rate of onions seeds. In 2013, the highest plant density and bulb yield were obtained with the treatment without coverage crop in both experimental sites. In EEFAS the highest plant density and bulb yield were obtained in the earliest sowing date, while in INIASG the highest plant density and bulb yield were obtained in the latest sowing date. The flowering rate was higher in the earliest sowing date in the plots without coverage crop in both experimental sites. In 2014 the length of the chemical fallow had significant effects on plant density: the longest the chemical fallow (45 days), the highest plant density. In the field trial in 2015, in very rainy conditions, there were not significant differences between different fallow lengths. In the lab essay, the germination rate was higher with the longest fallow period. Through the results, evidences on the negative effect of the cover crops evaluated in plant density were obtained. These effects were inversely related to the length of the chemical fallow and may be attributable to allelopathic effects.

**Keywords:** *Allium cepa*, seeder, coverage crop, chemical fallow, allelopathy.

## INTRODUCCIÓN

### **1.1 EL CULTIVO DE CEBOLLA**

El cultivo de cebolla es el segundo cultivo hortícola a nivel mundial (FAO, 2014). En 2009 ocupaba una superficie de 4,7 millones de hectáreas y se cultivaba en unos 145 países (FAO, 2009). El principal país productor en el mundo es China, con 22.300.000 toneladas. En América latina el principal país es Brasil, con 1.538.929 toneladas anuales (FAO, 2009).

En Uruguay se produjeron, en 2013, 27000 toneladas (MGAP/DIEA, 2014). La producción hortícola en Uruguay se localiza en dos grandes zonas, sur y noroeste. En la zona sur se encuentra en los departamentos de Canelones y San José, y en la zona noroeste en Salto y Artigas (Campelo y Arboleya, 2005).

El cultivo de cebolla es el segundo cultivo hortícola en Uruguay en toneladas producidas por año, luego del tomate, y el primero en cuanto a número de productores y superficie sembrada. La producción se realiza en dos zonas claramente diferenciadas, sur y noroeste. En la zona noroeste, especializada en cultivos de primor, se encuentra el 11 % de los productores que siembran el 23 % del área de cebolla de Uruguay (MGAP/DIEA, 2014).

Los cultivares de cebolla se pueden clasificar en función de su respuesta al fotoperíodo como cultivares de día corto, medio o largo. Siendo el fotoperíodo desencadenante del proceso de bulbificación. Cultivares de día corto inician el proceso de bulbificación con días de 12 horas de luz, cultivares de día neutro con días de entre 12 y 14 horas de luz, y cultivares de día largo con días de más de 14 horas de luz. La diversidad de respuestas al fotoperíodo ha permitido a este cultivo adaptarse a diversos ambientes, encontrándose distribuido por todo el mundo (Brewster, 2008).

Uruguay cubre la demanda de cebolla del mercado interno con oferta a lo largo de todo el año. En los meses de agosto y septiembre puede producirse un desabastecimiento del mercado y se realizan importaciones. En la zona noroeste se cultiva con el objetivo principal de cubrir la demanda de cebollas tempranas de



setiembre a noviembre. En la zona sur se produce cebolla de estación para almacenar (Aldabe, 2000). En la zona sur se utilizan principalmente variedades de día medio, Pantanoso del Sauce CRS, y variedades de día largo, como Valcatorce, Santina y variedades criollas. Secundariamente, se cultivan otras variedades de día corto como Texas, Early Grano, H9 y valencianas. En el noroeste se utilizan variedades de día corto, buscando ingresar temprano al mercado. Entre estas variedades se utilizan híbridos como primavera, H9, o la variedad INIA Casera, que es una variedad de polinización abierta, obtenida a partir de materiales locales, que permite doble propósito, producción temprana de primor o conservación para una oferta posterior (Vicente *et al.*, 2007).

La producción de cebolla se puede realizar a través de tres métodos: (1) siembra directa, (2) siembra en almácigos y trasplante o (3) siembra mediante bulbillos. En Uruguay el principal método de producción es mediante almácigos y trasplante (Arbolea, 2005b).

La producción por bulbillos permite realizar el almácigo en una estación más favorable para su desarrollo. En el sur de Uruguay se realiza el almácigo en el mes de octubre y se cosechan los bulbillos a fines de diciembre o principios de enero. El objetivo que tiene la realización de este método en Uruguay es obtener precocidad. (Dogliotti y Galván 2001). En otros países se realiza porque la estación de crecimiento es muy corta, por lo que se realiza el almácigo en un ciclo, y se siembran los bulbillos en el ciclo siguiente, a principios de la estación de crecimiento, contando con más días para su desarrollo (Alemzadeh *et al.*, 2009).

La producción de cebolla por el método de trasplante se caracteriza por presentar dos momentos de alta demanda de mano de obra, el trasplante y la cosecha. Según Albín (1993) el trasplante ocupa un 53 % de los jornales dedicados al cultivo. Además de requerir una gran cantidad de jornales (20-25 jornales ha<sup>-1</sup>), es necesaria la disponibilidad de esa mano de obra en momentos específicos para realizar dicha práctica.

En otros países el cultivo es realizado por medio de siembra directa. Este método reduce considerablemente los costos de producción. Boyhan *et al.* (2008) explica que en Georgia también se utiliza el sistema de almácigo y trasplante, y que

hay demanda importante de tecnologías que lleven a una reducción de la mano de obra, siendo la siembra directa una alternativa para lograr dicho objetivo.

Según Quintero (1982), la cebolla en España se realizaba por el método de trasplante, pero a partir de la década de los 80 comenzó a difundirse el método de siembra directa, principalmente en áreas en que el cultivo se realiza en forma extensiva ya que este método implica una reducción importante en la mano de obra necesaria. Según Pardo (1988), en la misma década, en Uruguay la siembra directa no era viable ya que no se contaba con maquinaria adecuada para llevar adelante la misma y la mayoría de los predios contaban con áreas reducidas que se manejaban con mano de obra familiar. En el año 2001 el área promedio de los productores de cebolla en el litoral norte del país era de 2,4 hectáreas (MGAP/DIEA, 2002). En el año 2013 pasó a ser de 4 hectáreas (MGAP/DIEA, 2014) lo que implica necesariamente la contratación de mayor cantidad de mano de obra extra- predial.

Según Arbolea (2005b), la siembra directa es una práctica utilizada en otros países como Argentina, Estados Unidos, Canadá, pero es muy poco utilizada en Uruguay. En Argentina, las principales áreas de producción se encuentran en la región de Cuyo (Mendoza y San Juan) y en el valle del río Colorado (Provincia de Buenos Aires). En ambos casos, la escasa pluviometría y el uso de riego por superficie permiten la completa mecanización del cultivo (Olivet, 2005). En Uruguay existen antecedentes de investigación en siembra directa en la zona sur, donde se generó información importante en cuanto al desempeño de diferentes sembradoras y manejo de malezas (Olivet, 2005).

## **1.2 USO DE COBERTURA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS**

La siembra de hortalizas sobre suelos descubiertos provoca algunos efectos indeseables sobre el suelo y el desarrollo de los cultivos sobre los mismos.

Según McIntyre (1957), el impacto de gotas de lluvia sobre el suelo causa una destrucción física de los agregados superficiales y una redistribución de las partículas disgregadas, rellenando huecos y poros. Este fenómeno fue denominado por este autor como sellado superficial, el cual según sus trabajos es mayor en suelos con

mayor deterioro. Según Regüés y Torri (2002) el mismo fenómeno ha sido descrito por otros autores, y definido con diversos nombres, como “*disruptional seal*” o sellado de alteración, o costra superficial.

La costra superficial o encostramiento produce una reducción en la implantación de cultivos, según Holder y Brown (1974), esto se da por una restricción física en la emergencia de plántulas. Regüés y Torri (2002), agregan además que esta reducción en la emergencia de plántulas, puede deberse a reducción de la infiltración de agua, por lo tanto menor disponibilidad hídrica para la semilla.

Regüés y Torri (2002), utilizando parcelas de simulación de lluvia sobre suelos desnudos, observaron que el proceso de formación de costra surge de un proceso de lluvia y luego un secado rápido del suelo. El factor que afectó en mayor medida el encostramiento fue la energía cinética acumulada sobre el suelo: simulando lluvias de diferente intensidad, al aumentar la energía cinética del golpe de las gotas de lluvia sobre un suelo aumentó su encostramiento. En este proceso la cantidad total de agua acumulada en sucesivas precipitaciones tuvo menor influencia.

En el norte de Uruguay se registra una relativa concentración de precipitaciones en verano-otoño, con lluvias de alta intensidad (Bettolli *et al.*, 2010). En dicha estación se siembra el cultivo de cebolla, lo que determina que este cultivo está expuesto a condiciones propicias para el encostramiento durante su implantación.

Pérez Nieto *et al.* (2012) y Regüés y Torri (2002) también reportan que el suelo sin cobertura presenta alto riesgo de erosión. La erosión del suelo afecta su productividad por afectar sus propiedades físicas por la pérdida de horizontes superficiales, y químicas por pérdidas de nutrientes (Brunel y Seguel, 2011).

Según Cogo *et al.* (1984), los sistemas de siembra directa en cultivos extensivos, reducen el encostramiento y la erosión del suelo, dado que cuentan con una cobertura del suelo que amortigua el golpe de las gotas de lluvia. Greenland (2000), nombra además de la erosión hídrica los daños por viento durante la implantación en el cultivo de cebolla instalado sobre suelo labreado.

El uso de diferentes tipos de coberturas puede mejorar el rendimiento en algunos cultivos. Resende *et al.* (2005) observaron que el uso de mantillo como

cobertura del suelo en el cultivo de zanahoria resultó en mayores rendimientos, que en el suelo descubierto. Wang *et al.* (2008) evaluaron el cultivo de caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp) y pasto sudán (*Sorghum bicolor* (L) Moench) como cobertura. Observaron que utilizando caupí, tanto incorporado como en cobertura, aumenta el rendimiento de lechuga sembrada en siembra directa y melón en el primer ciclo. En cambio con el pasto sudán en el primer ciclo no se observan mejoras en el desarrollo del cultivo, pero a partir del segundo ciclo hubo un aumento considerable del rendimiento comparado con los mismos cultivos sembrados sobre suelo sin cobertura.

Según Corrêa *et al.* (2003), la cobertura con cultivos muertos aumentó significativamente el crecimiento y la productividad de ajo en relación con el suelo descubierto. Adetunji (1994), estudió la respuesta del cultivo de cebolla de trasplante en sistemas de producción orgánica sobre suelos con coberturas de cáscaras de maní, aserrín y rastrojo de maíz. Señala que con excepción de aserrín, en los suelos con cobertura aumentó significativamente el crecimiento vegetativo y la producción de bulbos de cebolla.

Santos *et al.* (2012) utilizaron dos coberturas muertas en el cultivo de cebolla, paja de bambú (*Bambuza* sp.) y paja de gliricidia (*Gliricidia sepium* Jacquin), las cuales se agregaron al cultivo 20 días post trasplante. Obtuvieron que el rendimiento fuera de 26490 kg ha<sup>-1</sup> y 25040 kg ha<sup>-1</sup> con cobertura de bambú y gliricidia respectivamente, mientras que en suelo sin cobertura fue de 13960 kg ha<sup>-1</sup>.

Oliveira *et al.* (2008) evaluaron la producción de materia fresca de lechuga trasplantada sobre suelo con diferentes coberturas muertas, y obtuvieron mayores rendimientos sobre coberturas que sobre suelo descubierto. En este trabajo se evaluó bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), bambú (*Bambuza* sp.), hierba camerún (*Penisetum purpureum* Friedrich) Crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), eritrina (*Erythrina poeppigiana* L.), gliricidia, guandul (*Cajanus cajan* Huth), frijol terciopelo gris (*Mucuna preuriens* L.), y un tratamiento control. Se observó mayor rendimiento cuando se utilizaron leguminosas como cobertura. Esto lo explican por la fijación biológica de nitrógeno y posterior liberación de nitrógeno al sistema por parte de las especies leguminosas utilizadas como coberturas.

Según Willis (2007) existe un efecto de las coberturas en el control de malezas, el cual se conoce como alelopatía. El término alelopatía fue introducido y descrito por Hans Molisch en el año 1937 como una ciencia que estudia interacciones bioquímicas entre plantas que pueden estimular o inhibir el desarrollo de las mismas.

Las interacciones entre plantas se dan por sustancias químicas liberadas por éstas, que se denominan aleloquímicos (Whittaker y Feeny 1971).

Según Cheema *et al.* (2012), la Sociedad Internacional de Alelopatía en 1996 amplió esta definición, denominando aleloquímico a todos los metabolitos secundarios producidos por plantas, microorganismos, virus y hongos que influyen en el crecimiento y desarrollo de los sistemas agrícolas y biológicos.

Con respecto al control de malezas, Oliveira *et al.* (2008) utilizando coberturas muertas de gramíneas y leguminosas obtuvieron mejor control en comparación al suelo desnudo, registrando 43 y 189 plantas de malezas por metro cuadrado respectivamente, no encontrando diferencias entre gramíneas o leguminosas utilizadas como cobertura. Los autores atribuyen esto a tres motivos. Un efecto en la luminosidad, temperatura y humedad debajo de la cobertura que no permite que se rompa la latencia de las semillas de malezas, una barrera física a la emergencia de plántulas, y a la liberación de sustancias químicas que inhiben la germinación de malezas.

La alelopatía es reportada como un mecanismo útil para control de malezas, pero también es un mecanismo que afecta a cultivos de interés. Della Penna *et al.* (2009) evaluaron el efecto alelopático de cerraja (*Sonchus oleraceus* L.) sobre la germinación y elongación radicular del cibulette o cebolla de verdeo (*Allium schoenoprasum* L.) y de la achicoria (*Cichorium intybus* L.) mediante una prueba de germinación en soluciones con diferentes concentraciones de extractos acuosos de la parte aérea de cerraja. Obtuvieron una disminución de la germinación y la elongación radicular, y esta disminución fue mayor a mayor concentración, logrando un porcentaje de germinación de 20 % y 5 % respecto al testigo en cebolla y achicoria respectivamente cuando se usó solución al 100 % de extracto acuoso. En elongación radicular se obtuvieron los mismos valores respecto al testigo para esa concentración.

Ducca y da Costa (2008) evaluando germinación de soja en una solución formada por agua destilada y extractos de avena negra (*Avena strigosa* L.), observaron un efecto alelopático que provocó retraso en la germinación cuando se sembró soja 30 días después de cortada la avena, pero no se vio reducción de la germinación en el número de semillas final germinadas. Cuando la avena se corta 60 días antes de la siembra de soja no observaron ningún efecto.

Marchi *et al.* (2008) evaluando el efecto de la edad de sorgo Sudan sobre el poder alelopático, observaron que en extractos de plantas de sorgo cosechadas 10 o 20 días luego de la siembra, no se produce germinación de semillas de tomate y lechuga. Cuando se utilizan extractos de plantas cosechadas 30, 40 o 50 días luego de la siembra se produce germinación de semillas de lechuga y tomate, y este efecto es mayor en la medida que mayor es el período desde siembra a cosecha de las plantas de sorgo, sugiriendo una relación entre la edad de la planta y el efecto alelopático.

### **1.3 FECHAS DE SIEMBRA EN CEBOLLA**

Según Brewster, (2008) el rendimiento en cebolla depende básicamente de la intercepción de luz por parte de la planta, por lo tanto del índice de área foliar al inicio de la bulbificación. Para lograr un índice de área foliar alto es necesario que la planta se encuentre durante un período de tiempo suficiente en condiciones de alto crecimiento de la hoja antes de empezar a bulbificar.

Según datos de Lancaster *et al.* (1996) el inicio de la bulbificación está dado por dos factores: fotoperíodo y acumulación de grados-día. Si la planta no acumuló el mínimo que requiere de grados-día para bulbificar, aunque se dé el fotoperíodo, el proceso de bulbificación se retrasa. En cambio si llega a los grados-día necesarios para bulbificar y no llega al fotoperíodo requerido, la bulbificación no comienza hasta que se dé ese fotoperíodo.

Según Brewster (2008), ante una misma fecha de inicio de bulbificación, cuanto más temprana es la fecha de siembra, mayor es el período de crecimiento foliar, y por lo tanto llega a la bulbificación con mayor área foliar, logrando mayor rendimiento del cultivo.

Sin embargo, la floración es un fenómeno no deseado en cebolla, y según resultados obtenidos por Boyhan *et al.* (2008) está relacionada con la fecha de siembra, siendo mayor con las siembras tempranas. Según Becker *et al.* (1991) esto se da porque las plantas de cebolla son receptivas al estímulo para florecer cuando superan el estado juvenil. El estado receptivo se alcanza cuando las hojas (órganos receptivos) alcanzan un área foliar superior a 200 cm<sup>2</sup>, lo que se corresponde con que el diámetro del falso tallo supera los 7 mm. En siembras tempranas la planta supera el estado juvenil cuando se expone a ese estímulo: temperaturas de vernalización entre 9°C y 12°C. Por esto en las condiciones de Uruguay fechas de siembra tempranas pueden llevar a que la planta se encuentre con un tamaño superior a los 7 mm en los meses de menores temperaturas, y consecuentemente florecer en el primer año, lo cual no es deseable en el cultivo de cebolla.

Por lo expuesto la fecha de siembra debe ser ajustada para cada variedad y localidad, de modo que permita la mayor cantidad de días de crecimiento y desarrollo, previo a la bulbificación, pero que en los momentos en que la temperatura es baja no tenga un tamaño que permita acumular frío y florecer al primer año.

#### **1.4 OBJETIVOS**

En este trabajo se propone evaluar un sistema alternativo de producción de cebolla, el cual consiste en la siembra directa sobre un suelo con un cultivo de cobertura controlado químicamente en forma previa a la siembra. Dado que en el Noroeste de Uruguay (zona donde se realizaron los ensayos) no se realiza siembra directa de cebolla, se incluyeron tres fechas de siembra, buscando la que más se adecue a la zona e interacciones con cultivos de cobertura con diferentes características.

Los objetivos del trabajo fueron estudiar el efecto de diferentes cultivos de cobertura, la fecha de siembra y el tiempo de barbecho en el cultivo de cebolla sembrada en siembra directa en el Noroeste de Uruguay.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en tres años consecutivos, 2013, 2014 y 2015. En 2013 se realizaron ensayos similares en las estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía (EEFAS) e INIA Salto Grande (INIASG), y se evaluaron avena y moha como cultivos de cobertura en tres fechas de siembra. En 2014 y 2015 los ensayos se realizaron en EEFAS, en los que se evaluó el efecto de la duración del barbecho químico de avena (15 a 45 días) sobre la implantación. En 2015, además, se evaluó en laboratorio el efecto de la duración del barbecho químico de avena sobre la germinación de semillas de cebolla.

### **2.1 AÑO 2013**

#### **2.1.1 Sitios**

Con el objetivo de estudiar las alternativas propuestas en diferentes condiciones, en el año 2013 se llevó a cabo un ensayo en simultáneo en dos sitios con suelos de características distintas. La estación experimental de INIA Salto Grande, ubicada en Camino el terrible s/n, Salto, Uruguay (en adelante ensayo INIASG), y la estación experimental Facultad de Agronomía, Ruta nacional número 31, km 21, Salto, Uruguay (en adelante ensayo EEFAS). Se realizaron análisis de suelo para la caracterización física y química de los sitios experimentales. En el primer sitio el suelo es un argisol arenoso franco, en el segundo es un vertisol franco arcilloso (cuadro 1).

Cuadro 1. Composición textural de los suelos utilizados año 2013.

Fracciones	EEFAS	INIASG
Arcilla (%)	38	8
Arena (%)	24	78
Limo (%)	38	14
Clase textural	Franco arcilloso	Arenoso franco

#### **2.1.2 Instalación y manejo del cultivo**



El laboreo del suelo comenzó en el mes de diciembre de 2012 realizando un laboreo primario y laboreos secundarios, la secuencia se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Secuencia de laboreo utilizada en cada sitio, año 2013.

EEFAS		INIASG	
Fecha	Herramienta	Fecha	Herramienta
2/12/12	Arado de cinceles	28/12/12	Rastra de discos de tiro
14/01/13	Rastra de discos de tiro excéntrico	4/1/13	Rastra de discos de tiro excéntrico
5/01/13	Rastra de discos de tiro excéntrico	5/1/13	Encanterador
10/01/13	Rastra de discos de tiro excéntrico	*	Fresadora
10/01/13 *	Encanterador Fresadora		

\* Fecha variable según tratamiento.

La última labor fue una operación con fresadora, la cual se realizó previa a la siembra del cultivo de cobertura, o el cultivo de cebolla, cuando no había cultivo de cobertura. Por lo tanto esta labor tuvo diferentes fechas según la fecha de siembra y la presencia o no de cultivo acompañante.

En el ensayo se instalaron nueve tratamientos consistentes en la combinación factorial de tres manejos de suelo y tres fechas de plantación. Los manejos de suelo fueron siembra directa convencional sobre suelo sin cobertura (S/C), siembra directa sobre rastrojo de avena (*Avena sativa* L.) y siembra directa sobre rastrojo de moha (*Setaria itálica* (L.) P. Beauv.). Las fechas de siembra utilizadas fueron 26 de marzo, 16 abril y 10 de mayo.

Se tomó como base la fecha de siembra que se utiliza para la variedad INIA Casera cuando se realiza almácigos (26 de marzo), y se agregaron dos fechas posteriores para observar posibles interacciones entre el manejo del suelo y la fecha de siembra. Para cada fecha de siembra se procedió a acondicionar el suelo, sembrar cobertura, controlar la cobertura mediante aplicación de un herbicida luego de 40

días de crecimiento y sembrar cebolla luego de 20 días de barbecho químico. Para los tratamientos sin cobertura solo se procedió a acondicionar el suelo y sembrar el cultivo de cebolla. La secuencia se ilustra en la figura 1.

La secuencia de actividades se repitió para todos los tratamientos, pero la fecha en que se realizó cada actividad fue diferente según tratamiento. En el cuadro 3 se muestran las fechas en que se realizó cada actividad para cada tratamiento.

Tratamientos	Secuencia			
Sin cobertura	Laboreo			Cult. cebolla
	Siembra cebolla			
Con cobertura	Laboreo	Cobertura (40 días)	Barbecho (20 días)	Cult. cebolla
	Siembra Cobertura	Herbicida	Siembra cebolla	

Figura 1. Representación gráfica de secuencia de actividades realizadas para instalar el cultivo en tratamientos con cobertura y sin cobertura, año 2013.

Cuadro 3. Fechas de actividades realizadas para instalación del cultivo por cada tratamiento.

Cobertura	Fecha de siembra de la cobertura	Aplicación de herbicida	Fecha de siembra del cultivo de cebolla
S/C	na	na	
Moha	21/1	4/3	Primera fecha (26/3)
Avena	21/1	4/3	
S/C	na	na	
Moha	11/2	26/3	Segunda fecha (16/4)
Avena	11/2	26/3	
S/C	na	na	
Moha	4/3	16/4	Tercer fecha (10/5)
Avena	4/3	16/4	

na: No se aplica a este tratamiento.

La siembra del cultivo de cobertura se realizó al voleo en forma manual. La densidad de siembra fue de 400 kg ha<sup>-1</sup> en avena, y 40 kg ha<sup>-1</sup> en moha. El herbicida que se utilizó para el control del cultivo de cobertura fue Rango NF (Glifosato 360 g l<sup>-1</sup>, Cibeles), a razón de 5 l ha<sup>-1</sup>. Inmediatamente antes de aplicar el herbicida, se extrajo una muestra por parcela de la cobertura con un cuadro de 0,50 m de lado, y se puso a secar en estufa a 60°C para determinar la cantidad de materia seca.

La siembra del cultivo de cebolla se realizó con una sembradora de precisión, marca Agrícola Italiana con dosificador neumático por vacío modelo SNT-3-290 (modelo SNC, Agrícola Italiana, Massanzago, Padua, Italia). Su tren de siembra está compuesto por una rueda delantera forrada en goma (0,08 m de ancho y 0,24 m de diámetro), un abresurco de zapata, una paleta para cierre de surco y una rueda trasera con las mismas características de la delantera. Este tren de siembra es apto para siembra sobre suelo laboreado. Dado que los ensayos se realizaron sobre cultivos de cobertura, y se debe cortar la cobertura para poder abrir el surco, se sustituyó la rueda de goma que lleva delante del tren de siembra, por una rueda del mismo diámetro, pero con una cuchilla circular lisa con el objetivo de realizar el corte de rastros en la zona de acción de los abre surco (figura 2).



Figura 2. Rueda con cuchilla circular lisa utilizada para cortar cobertura.

La variedad de cebolla utilizada fue la variedad INIA Casera. La semilla presentaba un porcentaje de germinación de 58 % según datos proporcionados por INIA Salto Grande (este dato fue aportado luego de realizada la siembra, ya que al momento de la siembra aún no se habían realizado los análisis). Se sembró en canteros de 4 filas, separadas a 0,15 m entre sí. Los canteros estaban a una distancia de 1,6 m y la distancia entre semillas fue de 0,044 m, lo cual determinó una densidad teórica de 569.500 semillas en una hectárea.

Cuadro 4. Análisis de suelo año 2013.

Parámetro	Unidad	EEFAS	INIASG
Calcio	meq. /100g	22,5	2,7
Magnesio	meq. /100g	2,2	1,7
Fósforo Bray I	ppm	30	32
Potasio int.	meq./100g	0,44	0,12
Nitrato	ppm	12	4
Materia Orgánica	%	3,6	1
pH (agua)		5,3	4,9

El cultivo se fertilizó en base al análisis de suelo de cada sitio (cuadro 4). Se utilizaron los criterios recomendados por Arboleya (2005b).

La fertilización de base se realizó previa a la instalación del cultivo de cobertura, aplicando un fertilizante de formulación 7-40-0 en EEFAS y 18-46-0 en INIASG. Luego se refertilizó con urea durante el ciclo del cultivo en dos oportunidades, a los 30 días después de la siembra, y previo al inicio de la bulbificación. Las cantidades aplicadas se expresan en cuadro 5.

Cuadro 5. Nutrientes aplicados en la fertilización. Año 2013.

Sitio	Base		Refertilizaciones
	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> )	N (kg ha <sup>-1</sup> )
EEFAS	9	50	80
INIASG	30	78	80

El control de malezas en ambos sitios y para cada fecha de siembra consistió en la aplicación de herbicidas (pre y pos emergentes) y limpiezas manuales. El herbicida preemergente utilizado fue Weedox, (Pendimetalin 330 g l<sup>-1</sup>, Saudu) aplicado el día posterior a la siembra luego de un riego por aspersión. Las dosis de herbicida preemergente para EEFAS e INIASG fueron 2 y 1 l ha<sup>-1</sup> respectivamente debido a que los suelos presentaban diferentes contenidos de materia orgánica. El herbicida posemergente fue Galigan 240 CE (Oxiflourfen 240 g l<sup>-1</sup> Lanafil). Las dosis variaron de 0,08 a 0,15 l ha<sup>-1</sup> según el estado del cultivo. El número de aplicaciones del posemergente fue 3 y 1 para EEFAS e INIASG respectivamente en función de la evolución del enmalezamiento.

El control de enfermedades se realizó mediante aplicación de diferentes fungicidas según sitio experimental (cuadro 6).

Cuadro 6. Productos, composición y dosis de producto comercial utilizados para control de enfermedades. Año 2013.

Producto (firma registrante)	Composición	Dosis
Ridomil (Syngenta)	64 % mancozeb + 4 % metalaxil	2,5 kg ha <sup>-1</sup>
Curzate M-8 (Agrosan)	64 % mancozeb + 8 % cimoxanilo	2,5 kg ha <sup>-1</sup>
Dithane M 45 (DowAgro-Science)	Mancozeb 800 g l <sup>-1</sup>	3,5 l ha <sup>-1</sup>
Fanavid 85 (Fanaproqui)	Oxicloruro de cobre 85 %	3 kg ha <sup>-1</sup>
Switch 6,25 WG (Syngenta)	37,5 % ciprodinil + 25 % fludioxinil	2 kg ha <sup>-1</sup>
Previcur N (Bayer)	Propamocarb clorhidrato 722 g l <sup>-1</sup>	2 l ha <sup>-1</sup>
Banko (Dikebell)	Clorotalonil 500 g l <sup>-1</sup>	2,5 l ha <sup>-1</sup>

En ambos sitios se esperó la presencia de síntomas para realizar aplicaciones. En INIASG a partir de inicio de bulbificación se encontró incidencia importante de *Peronospora* (*Peronospora destructor* (Berk.) Casp.) por lo que se realizó un mayor número de aplicaciones y con mayor frecuencia que en EEFAS. En el cuadro 7 se muestran los productos y fechas de aplicación.

Cuadro 7. Control de enfermedades. Año 2013.

EEFAS		INIASG	
Fecha	Producto	Fecha	Producto
10/8	Curzate	14/6	Fanavid + Dithane
28/8	Ridomil	5/7	Fanavid + Ridomil
8/9	Curzate	11/7	Fanavid + Curzate
		15/7	Banko
		19/7	Fanavid + Dithane
		26/7	Fanavid + Switch
		2/8	Fanavid + Previcur
		7/8	Banko
		9/8	Curzate + Ridomil
		1/9	Curzate + Ridomil

La cosecha se realizó cuando se produjo el volcado del follaje de al menos el 50 % de las plantas, que en ambos sitios experimentales fue el día 19 de noviembre para la fecha de siembra más temprana, y 26 de noviembre para las dos fecha más tardías.

### **2.1.3 Diseño experimental**

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos y cuatro repeticiones. Los dos factores fueron: cobertura, con 3 niveles y fecha de siembra con 3 niveles. Cada parcela consistió en un cantero con 4 filas de cebolla con un largo de 20 m en INIASG y 15 m en EEFAS.

### **2.1.4 Variables estudiadas**

Las variables estudiadas fueron: producción de materia seca de la cobertura, implantación, porcentaje de floración, rendimiento comercial, número de bulbos comerciales y peso medio de bulbos comerciales.

La implantación del cultivo se determinó mediante conteo de plantas a los 30, 60 y 100 días post siembra expresándose en número de plantas por metro de surco. Se contaron los cuatro surcos. En EEFAS se contaron los 12 metros centrales de la parcela, y en INIASG se contaron los 15 metros centrales de cada parcela.

El porcentaje de floración se calculó como porcentaje de plantas que se florecieron del total de plantas que llegaron a cosecha.

Al final del cultivo, se cosecharon todos los bulbos del área evaluada. Los bulbos se clasificaron en categorías según el reglamento técnico del MERCOSUR (MERCOSUR. Grupo mercado común, 1994), descartando bulbos de plantas florecidas, bulbos dobles y bulbos de diámetro menor a 3,5 cm. Con los bulbos comerciales se obtuvo el rendimiento, el número de bulbos y el peso medio de bulbos.

### **2.1.5 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó para cada sitio experimental independientemente, para las variables materia seca de las coberturas, implantación, rendimiento comercial, número de bulbos y peso promedio de los bulbos comerciales se realizó mediante el procedimiento GLM del software SAS (Versión 9.0).



Previamente, para todas las variables se realizó test de normalidad, y las que no se ajustaban a una distribución normal fueron transformadas mediante la función log (Y). El modelo estadístico adoptado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + C_j + F_k + (C.F)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y = es la variable de respuesta (materia seca, implantación, rendimiento comercial, número de bulbos comerciales o peso promedio de los bulbos comerciales).

$\mu$  = media general

B = efecto bloque

C = efecto factor cobertura

F = efecto factor fecha de siembra

C.F = efecto de la interacción cobertura y fecha de siembra

$\varepsilon$  = variación de los factores no controlados (error experimental)

I = i-ésimo bloque

J = j-ésimo cobertura

K = k-ésima fecha de siembra

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

Para la variable materia seca se realizaron contrastes ortogonales en ambos sitios, comparando fechas de siembra. Se comparó la fecha de siembra más temprana contra las dos fechas de siembra más tardías.

La variable porcentaje de floración se analizó mediante el procedimiento GLIMMIX de SAS (versión 9.2), donde se incluyeron los efectos simples cobertura, y fecha de siembra. El modelo adoptado fue el siguiente:

donde:  $\text{Ln}(P_{ijk}/(1-P_{ijk})) = B_i + C_j + F_k + (C.F)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$   
P = porcentaje de floración  
Ln(P<sub>ijk</sub>/(1-P<sub>ijk</sub>)) = función logit de P  
B = efecto bloque  
C = efecto factor cobertura  
F = efecto factor fecha de siembra  
C.F = efecto de la interacción cobertura y fecha de siembra  
 $\varepsilon$  = variación de los factores no controlados (error experimental)  
I = i-ésimo bloque  
j= j-ésimo cobertura  
k = k-ésima fecha de siembra

Este fue el modelo que se utilizó en primera instancia. Con el mismo la interacción cobertura × fecha de siembra no fue significativa en ninguno de los dos sitios, por lo que se realizó nuevamente el análisis sin las interacciones.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

## 2.2 AÑO 2014

En el año 2014 se llevó adelante un ensayo en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS). En ese ensayo se evaluó el efecto de la duración del barbecho químico sobre la implantación de cebolla en siembra directa sobre cobertura vegetal. El sistema de instalación del cultivo de cebolla sobre una

cobertura fue similar al utilizado en 2013. Se utilizó la misma secuencia, manteniendo el período de crecimiento del cultivo de cobertura (40 días), pero variando el período de tiempo desde que se controla químicamente el cultivo de cobertura hasta que se sembró el cultivo de cebolla, denominando a este período duración de barbecho.

En este ensayo se utilizó solo el cultivo de avena como cobertura, y se sembró el cultivo de cebolla en una sola fecha.

### **2.2.1 Instalación y manejo del cultivo**

El laboreo del suelo comenzó en el mes de enero de 2014 realizando un laboreo primario y laboreos secundarios (cuadro 8). El día 25 de febrero se confeccionaron todos los canteros con encanterador de discos, luego se pasó fresadora a los canteros para preparar la cama de siembra. En los tratamientos que se utilizó cobertura, la fresadora se pasó dos días previos a la siembra de la cobertura, y en los tratamientos sin cobertura se pasó dos días previo a la siembra del cultivo de cebolla.

Cuadro 8. Secuencia de laboreo año 2014.

Fecha	Herramienta
10/01/14	Rastra de discos de tiro excéntrico
11/02/14	Arado de cinceles
21/02/14	Rastra de discos de tiro excéntrico
25/02/14	Encanterador
*	Fresadora

\* Fecha variable según tratamiento.

Se utilizaron cuatro tratamientos y un testigo sin cobertura (S/C), la duración de barbecho fue 0, 15, 30 y 45 días, buscando un rango amplio de efectos. Para el tratamiento con barbecho de 45 días de duración se sembró el cultivo de cobertura el día 28 de febrero. Para el de 30 días se sembró 15 días más tarde, y así sucesivamente (figura 3).

La cebolla se sembró en una sola fecha, que fue el día 10/05/2014. En el cuadro 9 se muestran las fechas en que se realizó cada actividad para cada tratamiento.

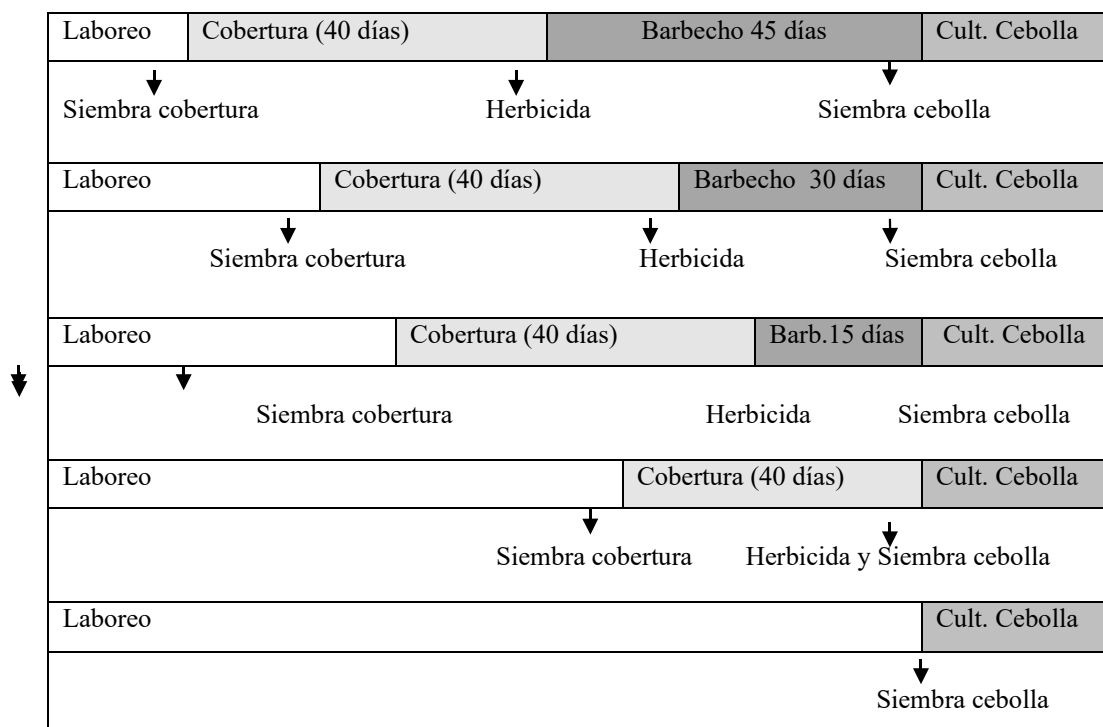


Figura 3: Secuencia de actividades realizada en 2014.

Cuadro 9. Fechas en que se realizaron las actividades de cada tratamiento.

Tratamiento	Siembra cobertura	Aplicación de herbicida	Siembra de cebolla
45 días	28/2	4/4	16/5
30 días	14/3	17/4	16/5
15 días	25/3	2/5	16/5

0 días	4/4	16/5	16/5
Sin cobertura			16/5

---

La siembra del cultivo de cobertura se realizó al voleo en forma manual. La densidad de siembra fue de 500 kg ha<sup>-1</sup>. El herbicida que se utilizó para el control del cultivo de cobertura fue Rango NF (Glifosato 360 g l<sup>-1</sup>, Cibeles), a razón de 5 l ha<sup>-1</sup>.

Al momento en que se aplicó herbicida, se extrajo una muestra por parcela de la cobertura con un cuadro de 0,5 m de lado, y se puso a secar en estufa a 60 °C para determinar la cantidad de materia seca.

La siembra del cultivo de cebolla se realizó con la misma sembradora utilizada en 2013, a la cual se le realizaron dos modificaciones en el tren de siembra para trabajar sobre rastrojo. Se le agregó un abresurcos de doble disco delante de la zapata original (figura 4).

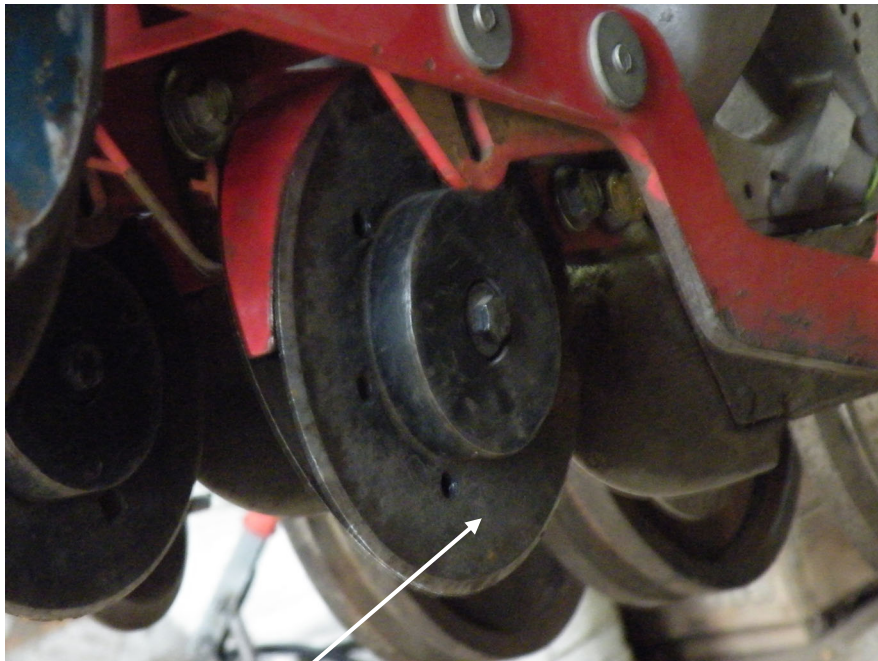


Figura 4. Abresurco de doble disco delante de zapata.

Detrás de la zapata original se le agregó una rueda asentadora de semilla (Figura 5).



Figura 5. Rueda asentadora de semillas en el fondo del surco.

Se utilizó nuevamente la variedad de cebolla INIA Casera, la semilla nuevamente fue de la categoría básica proporcionada por el programa de mejoramiento genético de INIA Salto Grande presentando este año un porcentaje de germinación de 75 % según prueba realizada por INIA Salto Grande. El marco de plantación y densidad de siembra fue idéntico al utilizado en el año anterior.

El cultivo se fertilizó en base al análisis de suelo (cuadro 10). La fertilización de base se realizó previa a la instalación del cultivo de cobertura, aplicando un fertilizante de formulación 18-46-0. Luego se refertilizó con urea durante el ciclo del cultivo en tres oportunidades, a los 30 y 60 días después de la siembra y previo al inicio de bulbificación. Se aplicaron un total de 120 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno y 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Cuadro 10. Análisis de suelo año 2014.

Parámetro	Unidad	Resultado
Calcio	meq. /100g	24

Magnesio	meq. /100g	3,6
Fósforo Bray I	ppm	9
Potasio int	meq. /100g	0,34
Nitrato	ppm	11
Materia Orgánica	%	4,6
pH (agua)		5,5

El control de malezas consistió en la aplicación del herbicida preemergente, Weedox a razón de 2 l ha<sup>-1</sup> el día posterior a la siembra, luego de un riego por aspersión. Luego se realizaron dos aplicaciones de Galigan 240 CE a razón de 0,1 l ha<sup>-1</sup> los días 20/7 y 10/8; y una limpieza manual el día 7/9.

El manejo sanitario mediante productos químicos consistió en dos aplicaciones de Ridomil los días 8/8 y 10/9.

La cosecha se realizó cuando se produjo el volcado del follaje de al menos el 50 % de las plantas, día 25 de noviembre.

### **2.2.2 Diseño experimental**

El diseño experimental fue de cinco tratamientos en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se estudió la duración de barbecho con 4 niveles y un testigo sin cobertura. Cada parcela consistió en un cantero con 4 filas de cebolla con un largo de 12 m. Las evaluaciones para todas las variables se realizaron sobre los 8 metros centrales de las parcelas, evaluando los dos surcos centrales.

Las variables estudiadas fueron la materia seca de la cobertura y la implantación del cultivo de cebolla, la cual se midió mediante conteo de plantas a los 30 y 60 días post siembra expresándose en número de plantas por metro de surco.

### **2.2.3 Análisis estadístico**

El análisis estadístico para materia seca de la cobertura e implantación de cebolla se realizó mediante el procedimiento GLM del software SAS (Versión 9.0). Previamente se realizó test de normalidad para las dos variables y la variable

implantación fue transformada a través de la función  $\sqrt{(Y+0,5)}$ . El modelo estadístico adoptado fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + C_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y = es la variable de respuesta (materia seca, implantación).

$\mu$  = promedio general

B = efecto bloque

C = efecto duración de barbecho

$\varepsilon$  = variación de los factores no controlados (el error experimental)

i = i-ésimo bloque

j = j-ésima duración de barbecho

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

## **2.3 AÑO 2015**

En el año 2015 se realizó un ensayo similar al realizado en 2014, con la diferencia de que no se incluyó el tratamiento en el que el período de barbecho era de 0 días. Además en este año se realizó un ensayo de laboratorio adicional evaluando germinación de semillas y largo de radícula.

### **2.3.1 Ensayo a campo**

#### **2.3.1.1 Manejo del cultivo**

El laboreo del suelo comenzó en el mes de enero de 2015 realizando un laboreo primario y laboreos secundarios (cuadro 11). El día 26 de enero se confeccionaron



todos los canteros con encanterador de discos, y luego se pasó fresadora previo a la siembra del cultivo de cobertura, o a la siembra de cebolla en los tratamientos sin cobertura.

Cuadro 11. Secuencia de laboreo año 2015.

Fecha	Herramienta
5/01/14	Arado de cinceles
21/01/14	Rastra de discos de tiro excéntrico
26/01/14	Encanterador
*	Fresadora

\*Fecha variable según tratamiento

Se utilizaron tres períodos de barbecho, 15, 30 y 45 días y un testigo sin cobertura. No se tomó este año el tratamiento de 0 días de barbecho porque en 2014 la siembra sobre del mismo fue compleja, y se obtuvieron muy bajos valores de implantación. Para el tratamiento con barbecho de 45 días de duración se sembraron los cultivos de cobertura el día 2 de febrero. Quince días más tarde se sembró para el tratamiento de 30 días, y así sucesivamente (figura 6).

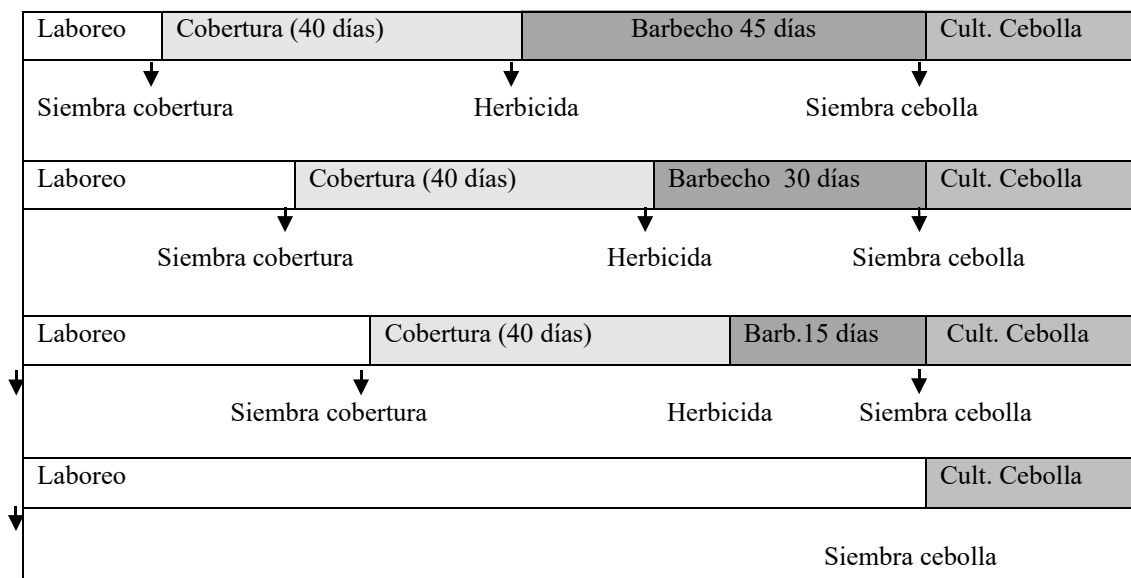


Figura 6. Secuencia de actividades realizadas en 2015.

La cebolla se sembró en una sola fecha, que fue el día 27 de abril, las fechas de cada actividad figuran en el cuadro 12.

La siembra del cultivo de cobertura se realizó al voleo en forma manual. La densidad de siembra fue de 500 kg ha<sup>-1</sup>. El herbicida que se utilizó para el control del cultivo de cobertura fue Rango NF a razón de 5 l ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 12. Fechas en que se realizaron las actividades de cada tratamiento.

Tratamiento	Siembra cobertura	Aplicación de herbicida	Siembra de cebolla
45 días	2/2	16/3	27/4
30 días	15/2	27/3	27/4
15 días	3/3	13/4	27/4
Sin cobertura			27/4

Al momento en que se aplicó herbicida, se extrajo una muestra por parcela de la cobertura con un cuadro de 0,5 m de lado, y se puso a secar en estufa a 60 °C para determinar la cantidad de materia seca.

La siembra del cultivo de cebolla se realizó con la misma sembradora y tren de siembra utilizado en 2014. La variedad fue INIA Casera, se utilizó semilla comercial, presentando este año un porcentaje de germinación de 79 % según prueba realizada en laboratorio de EEFAS. Se sembró en canteros distanciados a 1,6 m con 4 filas distanciadas a 0,15 m entre sí y una distancia entre semillas de 0,05 m, lo cual determinó una densidad de 504.000 semillas en una hectárea.

El cultivo se fertilizó en base al análisis de suelo (cuadro 13). La fertilización de base se realizó previa a la instalación del cultivo de cobertura, aplicando un fertilizante de formulación 7-40-0. Luego se refertilizó con urea durante el ciclo del cultivo en dos oportunidades, a los 30 días después de la siembra y previo al inicio de la bulbificación. Aplicando un total de 90 kg ha<sup>-1</sup> de Nitrógeno y 68 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Cuadro 13. Análisis de suelo año 2015.

Parámetro	Unidad	Resultado
Calcio	meq./100g	21,6
Magnesio	meq./100g	2,9
Fósforo Bray I	ppm	8
Potasio int	meq./100g	0,28
Nitrato	ppm	20
Materia Orgánica	%	5,4
pH (agua)		5,26

Para control de malezas este año no se utilizó herbicida preemergente. Se realizó una aplicación de Agil (Propaquizafop 100 g l<sup>-1</sup>, Syngenta), a razón de 1 l ha<sup>-1</sup> a los 30 días post siembra y una de Prodigio 600 SC (Aclonifen 600 g l<sup>-1</sup>, Bayer) a razón de 0,5 l ha<sup>-1</sup> 40 días después de la siembra. Luego se realizaron dos aplicaciones de Galigan 240 CE, a razón de 0,1 l ha<sup>-1</sup>, y una limpieza manual el día 20/8.

El manejo sanitario fue mediante productos químicos. Se realizaron dos aplicaciones de Ridomil los días 8/8 y 10/9, y una aplicación de Curzate el día 25/9.

La cosecha se realizó cuando se produjo el volcado del follaje de al menos el 50 % de las plantas, el día 20 de noviembre.

### **2.3.1.2 Diseño experimental y variables estudiadas**

El diseño experimental fue de cuatro tratamientos en bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Se determinó la materia seca de la cobertura y la implantación del cultivo de cebolla mediante conteo de plantas a los 30 y 60 días post siembra, con la metodología descrita precedentemente.

### **2.3.1.3 Análisis estadístico**

El análisis estadístico para implantación y producción de materia seca de la cobertura se realizó mediante el procedimiento GLM del software SAS (Versión 9.2). Previamente, para ambas variables se realizó test de normalidad. El modelo estadístico adoptado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + C_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y = es la variable de respuesta (implantación o materia seca).

$\mu$  = promedio general

B = efecto bloque

C = efecto duración de barbecho.

$\varepsilon$  = variación de los factores no controlados (el error experimental)

i = i-ésimo bloque

j = j-ésima duración de barbecho.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

### **2.3.2 Ensayo de germinación en laboratorio**

En este ensayo se evaluó la germinación de semillas de cebolla en condiciones controladas, con agua extraída de una solución realizada con muestras de cobertura del ensayo a campo. El trabajo se realizó en el laboratorio de fitopatología de EEFAAS.

### **2.3.2.1 Preparación de muestras**

Se extrajeron muestras del cultivo de cobertura del ensayo a campo. Se tomó un cuadro de 0,3 m de lado, se puso sobre el cantero y se extrajeron todos los restos vegetales de la parte aérea del cultivo de cobertura dentro del cuadro. Se pusieron las muestras en estufa a 60 °C durante 4 horas para extracción de agua libre. Luego se pusieron en bandejas con agua destilada por 24 horas (0,02 l de agua por cada gramo de materia seca de la muestra). A las 24 horas se filtró el agua de cada bandeja, obteniendo agua sin restos vegetales, pero con el contenido de las sustancias liberadas por estos restos. Se preparó una placa de petri por cada parcela, en la cual se puso 0,03 l de agua extraída de la bandeja correspondiente. En la misma se pusieron a germinar 30 semillas de cebolla sobre un papel de filtro. Las placas se pusieron en estufa a 25°C. Al tratamiento testigo se le agregó solo agua destilada.

La semilla utilizada pertenecía al mismo lote de la que se sembró a campo. Este método fue descrito por Ferreira y Reinhard (2011), con algunas modificaciones. Ferreira y Reinhard utilizaron 10 repeticiones de 10 semillas y en este ensayo se utilizaron 4 repeticiones de 30 semillas, y estos autores utilizaron temperaturas entre 15 y 25 °C y en este ensayo la temperatura fue constante a 25 °C.

### **2.3.2.2 Diseño experimental y variables estudiadas**

El diseño experimental fue de cuatro tratamientos en bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Se evaluó el número de plantas germinadas a los 7 y 14 días, y el largo de la radícula a los 14 días.

### 2.3.2.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico para las variables germinación y largo de la radícula se realizó mediante el procedimiento GLM del software SAS (Versión 9.2). Para ambas variables, previamente se realizó test de normalidad.

El modelo estadístico adoptado fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + C_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y = es la variable de respuesta (germinación o largo de radícula).

$\mu$  = promedio general

B = efecto bloque

C = efecto duración de barbecho.

$\varepsilon$  = variación de los factores no controlados (el error experimental)

i = i-ésimo bloque

j = j-ésima duración de barbecho.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 AÑO 2013**

En el año 2013 se realizó un ensayo en simultáneo en dos sitios, INIASG y EEFAS. En ambos sitios se evaluó producción de materia seca de las coberturas, implantación, floración y rendimiento.

##### **3.1.1 Producción de materia seca de las coberturas**

La producción de materia seca de las coberturas varió según la fecha de siembra. Se observó menor producción de materia seca en la primera fecha para los dos cultivos de cobertura y en los dos sitios experimentales (cuadro 14).

En cuanto a las especies en EEFAS no se observaron diferencias, y en INIASG hubo diferencias entre las dos especies utilizadas como coberturas solo cuando se sembraron el día 16/04, donde la mayor producción fue de moha.

Cuadro 14. Contenido de materia seca en kg ha<sup>-1</sup> de los cultivos de cobertura al momento de aplicar herbicida (promedio de cuatro repeticiones). Año 2013.

Sitio	Fecha	Cobertura	
		Moha	Avena
EEFAS	12/03/2013	1036 b* A	1821 b A
	27/3/2013	2002 ab A	3152 a A
	16/04/2013	2542 a A	2490 ab A
INIASG	12/03/2013	1187 c A	1422 b A
	27/3/2013	3440 a A	3440 a A
	16/04/2013	2317 b A	1496 b B

\* Medias de cada sitio en columnas y filas seguidas por letras iguales minúsculas y mayúsculas respectivamente no difieren significativamente (prob. F<0,05).

##### **3.1.2 Implantación**

La variable implantación se evaluó en tres momentos, a los 30, 60 y 100 días después de la siembra del cultivo de cebolla. En cada evaluación se contó el número de plantas por surco, y se expresa como número de plantas por metro lineal.

Como se observa para la variable implantación resultaron significativos los efectos simples de los dos factores y su interacción para los tres momentos de evaluación (cuadro 15).

Cuadro 15. Prob.>F para implantación (número de plantas por metro de surco) año 2013 en tres momentos de evaluación, 30, 60 y 100 días después de la siembra.

Sitio	Factor	Momento de evaluación			La
		30 días	60 días	100 días	
EEFAS	Bloque	0,002	0,009		
		4	7	0,0179	
	Cobertura	<,000	<,000		
		1	1	<,0001	
	Fecha de siembra	<,000	<,000		
		1	1	<,0001	
	Cobertura*fecha de siembra	<,000	0,001		
		1	4	0,0009	
INIASG	Bloque	0,689	0,728		
		7	5	0,2036	
	Cobertura	<,000	<,000		
		1	1	<,0001	
	Fecha de siembra	<,000	<,000		
		1	1	<,0001	
	Cobertura*fecha de siembra	<,000	0,000		
		1	3	0,0004	

interacción entre cobertura y fecha de siembra fue significativa en ambos sitios. En EEFAS se explica porque las fechas de siembra se comportaron diferente según la cobertura utilizada: en suelo sin cobertura la implantación en la tercera fecha de siembra es menor a las otras dos en todas las evaluaciones, mientras que en suelo con cobertura de moha en las evaluaciones a los 60 y 100 días no hubo diferencias entre fechas y a los 30 días hubo diferencias entre la primera y tercera fecha. En suelo con cobertura de avena la segunda fecha es menor a las otras fechas extremas. Si bien



existe esta interacción los mayores valores de implantación se dieron cuando no se usó cobertura y cuando se sembró el día 26 de marzo (cuadro 16).

En INIASG la interacción se explica porque cuando se utilizó suelo sin cobertura no hubo diferencias entre las tres fechas de siembra, y cuando se utilizaron coberturas la fecha de siembra más tardía se diferenció de las demás. En INIASG siempre se repite que la mayor implantación se dio en suelos sin cobertura y en la fecha de siembra más tardía (cuadro 16).

Cuadro 16. Implantación (número de plantas por metro) en tres momentos para diferentes coberturas y fechas de siembra.

Cobertura	Fecha de siembra	Momento de evaluación					
		EEFAS			INIASG		
		30	60	100	30	60	100
S/C	-	4,9 a*	4,3 a	4,3 a	10,6 a	10,7 a	9,9 a
Moha	-	1,8 b	1,7 b	1,8 b	3,7 b	3,2 b	2,9 b
Avena	-	1,0 c	0,9 c	1,0 c	4,3 b	3,6 b	3,3 b
-	26-Mar	3,3 a	3,1 a	3,4a	5,1 b	4,8 b	4,5 b
-	16-Abr	2,7 a	2,4 b	2,4b	4,9 b	4,8 b	4,5 b
-	10-May	1,7 b	1,3 c	1,3c	8,6 a	7,9 a	7,2 a
S/C	26-Mar	5,6 a	5,3 a	5,6 a	9,5 a	9,1 b	8,7 a
S/C	16-Abr	6,4 a	5,6 a	5,6 a	11,0 a	11,0 ab	10,4 a
S/C	10-May	2,7 b	2,0 bc	1,8 b	11,2 a	12,0 a	10,7 a
Moha	26-Mar	2,9 b	2,8 b	3,2 bc	2,8 bc	2,3 d	2,2 c
Moha	16-Abr	1,2 cd	1,2 bc	1,2 bc	1,2 c	1,1 d	1,2 c
Moha	10-May	1,3c	1,1 c	1,2bc	7,2 b	6,1 c	5,4 b
Avena	26-Mar	1,5 c	1,4 c	1,6 bc	3,1 c	3,1 d	2,5 c
Avena	16-Abr	0,5 d	0,5 d	0,5 c	2,5 c	2,2 d	2,0 c
Avena	10-May	1,0 cd	0,8 cd	0,8 c	7,4 a	5,5 c	5,4 b
CV %		29,2	31,9	35,2	29,4	33,4	30,2

\*Medias en columnas dentro de cada factor o interacción de los factores seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí (prob.  $F < 0,05$ ).

Respecto a los efectos principales se observa que en ambos sitios la siembra sin cobertura presentó los valores más altos de implantación. En el caso de INIASG no hay diferencias entre los cultivos de cobertura utilizados. En cambio en EEFAS hubo diferencias entre los tres tipos de cobertura, siendo la cobertura con avena donde se dio la menor implantación. En cuanto a fecha de siembra, si bien hay una interacción, comportándose diferente según cobertura, en todos los casos se observó los valores más altos de implantación se obtienen con la fecha de siembra más temprana en EEFAS y con la fecha más tardía en INIASG.

Por lo expuesto por Cogo *et al.* (1984) sería de esperar que en los suelos sin cobertura se pudiera observar encostramiento del suelo y por lo tanto menor implantación. Sin embargo el comportamiento observado en 2013 fue inverso.

Oliveira *et al.* (2008), mencionan efectos de control de malezas por la presencia de coberturas, y explican que este control se debe a un cambio en las condiciones debajo de la cobertura, que no permite que se rompa la latencia de las semillas de malezas, una barrera física a la emergencia de plántulas, y liberación sustancias alelopáticas. Este último efecto se puede estar dando en este caso para afectar negativamente la implantación del cultivo de cebolla.

Si bien se observan diferencias entre los tratamientos, observando el mejor comportamiento en los suelos sin cobertura, en todos los casos el porcentaje de implantación fue bajo, en ninguno superó el 50 % de las semillas sembradas dado que se sembraron 22 semillas  $m^{-1}$ . Parte de esto puede explicarse porque un porcentaje importante de la semilla sembrada no germinó, dado que el porcentaje de germinación fue bajo (58 %).

Cuadro 17. Porcentaje de plantas obtenidas en relación al número de semillas viables, evaluado en tres momentos para diferentes coberturas (sin análisis estadístico).

Sitio	Cobertura	Momento de evaluación		
		30 días	60 días	100 días
EEFAS	S/C	36,8	32,5	32,8
	Moha	13,3	13,7	13,9
	Avena	7,4	6,8	7,2
INIASG	S/C	79,0	80,3	74,3
	Moha	27,9	23,6	21,9
	Avena	32,2	27,1	24,8

Si observamos el porcentaje de semillas que se implantan de las semillas sembradas y que potencialmente podrían germinar (cuadro 17), vemos que en INIASG los porcentajes de implantación fueron los más altos cuando no se utilizó cobertura. En cambio en EEFAS el porcentaje de implantación fue bajo, aun con el suelo sin cobertura, tratamiento que obtuvo los valores más altos. En este ensayo no se ha encontrado una explicación para este fenómeno.

El resto de las semillas que estaban en condiciones de germinar no llegaron a instalarse, lo cual puede deberse a otros factores. Doria (2009) nombra la temperatura y humedad como factores que afectan la germinación de semillas. Cuando se realiza el análisis de germinación se da a las semillas las mejores condiciones para que estas germinen, en cambio cuando se instala el cultivo a campo las condiciones no son las mismas que en laboratorio. La temperatura no es la misma, y además varía, mientras que en las pruebas de germinación la temperatura es constante lo cual lleva a que la germinación sea aún menor en el campo. En cuanto a la disponibilidad de humedad, en los experimentos se trató de mantener constante, realizando riegos por aspersión en los primeros días desde la siembra, realizando uno o dos riegos diarios según la demanda. Luego se mantuvo la disponibilidad de humedad en el suelo a través de riego por goteo.

Otros factores que pueden afectar la implantación son las enfermedades de suelo. Fállico *et al.* (2007) y Medrano y Ortuño (2007) nombran varias enfermedades de suelo que afectan la implantación de los cultivos. En cebolla el grupo de enfermedades que provocan reducción en la implantación se conoce como “*damping off*” o “mal de almácigo”. Medrano y Ortuño (2007) observaron en sus ensayos que en cebolla los hongos que provocan el mal de almácigo son *Fusarium* (*Fusarium sp*), *Pythium* (*Pythium sp*) y *Rhizoctonia* (*Rhizoctonia solani* Kuhn). Todos estos factores podrían estar afectando el número de plantas obtenidas, pero no se puede asegurar que sean los responsables, ya que no se han evaluado los niveles de incidencia sobre las plántulas no germinadas ni los niveles de inóculo en el suelo.

En EEFAS se obtuvo la mejor implantación con la fecha más temprana, y en INIASG se dio mayor implantación con la fecha más tardía. Según Maeso y Villamil (1981) la temperatura óptima del suelo para emergencia de cebolla es entre 20 y 30 °C. Según Brewster (2008), cuanto más baja es la temperatura menor es la implantación por efecto de un retraso en la germinación y emergencia que lleva a que se pierdan plantas en el proceso. Según datos de la estación Meteorológica de EEFAS en la primera fecha la temperatura media fue de 19,7 °C y en la tercera 17,7 °C. Si bien no se conocen los valores de temperatura del suelo, se observa que el valor de temperatura media fue más cercano a 20 en la primera fecha de siembra, por lo que sería esperable que en la fecha de siembra más temprana se observe mejor implantación, por lo que el comportamiento observado en EEFAS era esperable en función de la temperatura.

En INIASG se observó que la mayor implantación se dio en la fecha más tardía, momento en el que se estarían dando temperaturas más bajas. El suelo de INIASG presenta características diferentes a EEFAS, su textura arenosa lleva a que tenga menor capacidad de retención de agua, y mayor temperatura que texturas más pesadas. Una explicación a esta mayor implantación en fechas tardías puede ser una mejor disponibilidad de agua para la semilla, ya que en la fecha más temprana hubo mayor temperatura, y también mayor demanda atmosférica, lo cual sumado a la baja capacidad de retener agua que presenta un suelo arenoso provoca una reducción importante del agua disponible.

Cuando se observa la producción de materia seca de las coberturas y se la compara con la implantación, en EEFAS se puede asociar la mayor implantación en la fecha más temprana, con la menor producción de materia seca. Sin embargo en INIA SG se observó que en la fecha de menor producción de materia seca, hubo menor implantación, por lo que no se puede afirmar que la mayor implantación se dio en los tratamientos que la cobertura presentó menor cantidad de materia seca y viceversa.

### 3.1.3 Floración

Se obtuvieron diferencias en floración para los dos factores estudiados en ambos sitios de ensayo (cuadro 18), pero no hubo una interacción significativa entre ellos, por lo que el análisis se realizó sin tener en cuenta la interacción.

Se observa que en el sitio de EEFAS el cultivo sin cobertura es el que más floreció, y no hay diferencias entre las dos coberturas utilizadas (figura 7). En INIASG se obtuvo la mayor floración en suelos sin coberturas y en suelos con cobertura de avena; el cultivo sobre suelo con cobertura de moha floreció menos que en suelo sin cobertura pero no se diferencia de suelo con avena.

Cuadro 18. Prob.>F de la variable Floración (%).

SITIO	FACTOR	Prob. >F
EEFAS	Bloque	0,0613
	Cobertura	0,0031
	Fecha de siembra	<,0001
INIASG	Bloque	0,2345
	Cobertura	0,0014
	Fecha de siembra	<,0001

En ambos sitios se observa que la mayor floración se dio en los tratamientos sin cobertura. Según Becker *et al.* (1991), las plantas de cebolla se florecen cuando son expuestas a temperaturas de vernalización inductivas para la floración y el diámetro de su cuello es mayor a 7 mm. Guiñazú (1996), estudiando el efecto de la

densidad de plantas en el porcentaje de floración en ensayos de densidades de siembra de 10 a 24 plantas por metro de surco observó que a mayores densidades, menor fue el porcentaje de floración. Este efecto de la densidad es explicado porque a mayor densidad existe mayor competencia entre plantas, por lo tanto menor tamaño de planta, no cumpliendo con el tamaño necesario para florecer cuando se exponen a temperaturas de vernalización inductivas para la floración.

En estos ensayos, si bien el tratamiento sin cobertura presentó mayor implantación, la densidad apenas superó las 10 plantas por metro de surco en algún caso, por lo que no se puede comparar con los resultados obtenidos por Guiñazú (1996), y por lo tanto, estas densidades posiblemente no haya sido un factor determinante en la tasa de floración. Ni el diámetro de cuello ni el área foliar por planta se evaluaron en este trabajo, por lo que no hay argumentos fisiológicos para determinar cuál es el factor que llevó a que en suelo sin cobertura se florezca más que en suelos con cobertura.

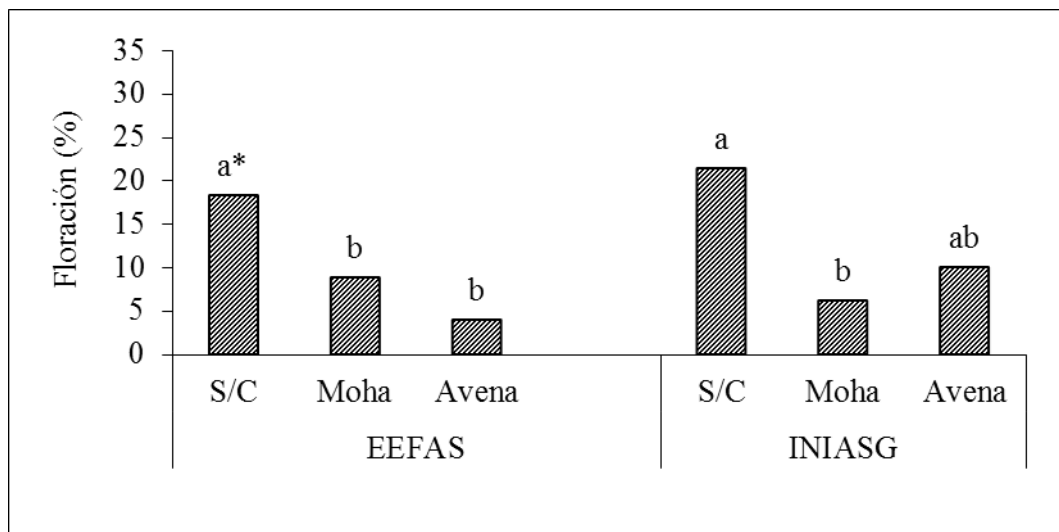


Figura 7. Floración (porcentaje de plantas florecidas sobre plantas cosechadas) en dos sitios para diferentes coberturas.

\*Columnas dentro de cada sitio con letras iguales encima no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

En EEFAS la fecha de siembra que produce mayor floración es 26 de marzo, y no hay diferencias entre las restantes fechas. En INIASG la mayor floración se produce con la fecha más temprana, pero va disminuyendo cuanto más tardía es la fecha de siembra (figura 8).

En ambos sitios se observa que sembrando en la fecha más temprana se da mayor floración, coincidiendo con los resultados obtenidos por Boyhan *et al.* (2008). Según Becker *et al.* (1991) si la fecha de siembra es temprana se logran las condiciones de tamaño de planta en el momento de temperaturas más bajas. Guiñazú (1996) explica también que la floración es mayor en fechas de siembra más tempranas, pero el tamaño de planta mínimo para que la planta sea receptiva al frío varía según el cultivar, y a su vez el requerimiento de vernalización también varía con el cultivar.

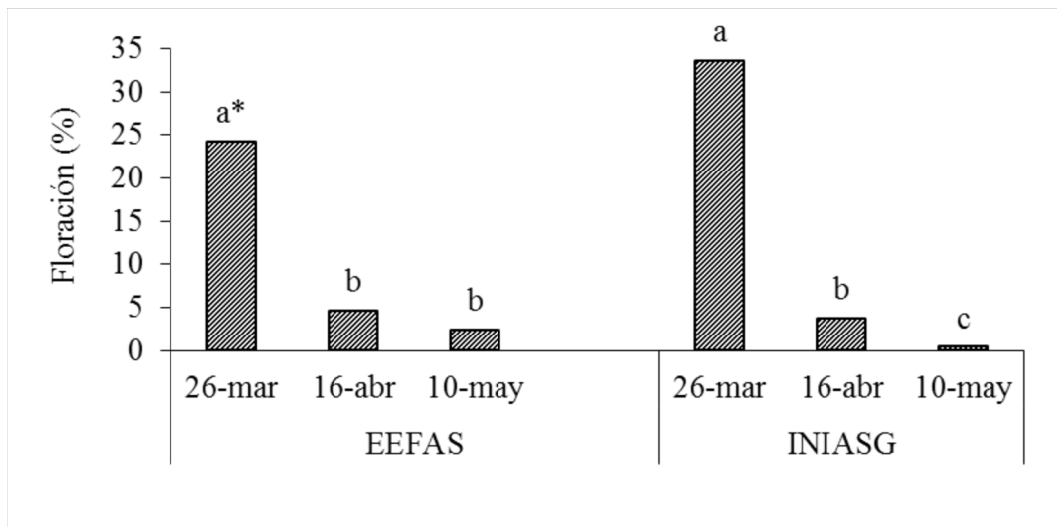


Figura 8. Floración (porcentaje de plantas florecidas sobre plantas cosechadas) en dos sitios para diferentes fechas de siembra. \*Columnas dentro de cada sitio con letras iguales encima no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

### 3.1.4 Rendimiento comercial y sus componentes

En el cuadro 19 se observa el rendimiento, número de bulbos y peso medio de los mismos en los dos sitios experimentales y para los dos factores en estudio, fechas de siembra y tratamientos de cobertura. La variable peso de bulbos no tuvo efecto significativo para el factor cobertura en ninguno de los dos sitios. Respecto a las interacciones entre factores, en ambos sitios se observó interacción entre los dos factores para las variables rendimiento y número de bulbos.



Cuadro 19. Prob.>F de los factores estudiados para tres variables.

Sitio	Factor	Rendimiento comercial	Número de bulbos	Peso de bulbos
EEFAS	Bloque	0,3635	0,028	0,4344
	Cobertura	<0,0001	<,0001	0,500
	Fecha de siembra	0,0004	<,0414	0,0017
	Cobertura × Fecha de siembra	0,0053	0,0053	0,340
INIASG	Bloque	0,0288	0,4822	0,0162
	Cobertura	<,0001	<,0001	0,8070
	Fecha de siembra	<,0001	<,0001	0,0048
	Cobertura × Fecha de siembra	0,0015	0,0015	0,98874

Se observó un comportamiento en rendimiento muy similar al visto en implantación del cultivo. En ambos sitios el mayor rendimiento se dio en siembra sobre suelo sin cobertura (Figura 9), donde se obtuvo la mayor implantación. En INIASG no hubo diferencias entre las dos coberturas evaluadas, y en EEFAS se observó que el suelo cubierto con moha presentó mayor rendimiento que con avena. La implantación lograda nos indica cual es la densidad final del cultivo. Gabrielly *et al.* (2014) trabajando con diferentes densidades, desde 400000 a 1200000 plantas ha<sup>-1</sup> obtuvieron que a mayor densidad, mayor fue el rendimiento del cultivo. Menezes y Vieira (2012) probaron densidades de 200000 a 600000 plantas ha<sup>-1</sup> y también obtuvieron que a mayor densidad mayor es el rendimiento y menor el diámetro de bulbo, coincidiendo con estos resultados.

En cuanto a la fecha de siembra los mayores rendimientos en INIASG se dieron en la fecha más tardía, sin observarse diferencias entre las dos primeras fechas de siembra. En EEFAS se observó que las fechas más tempranas son las que produjeron mejores rendimientos, coincidiendo también con los resultados de implantación.

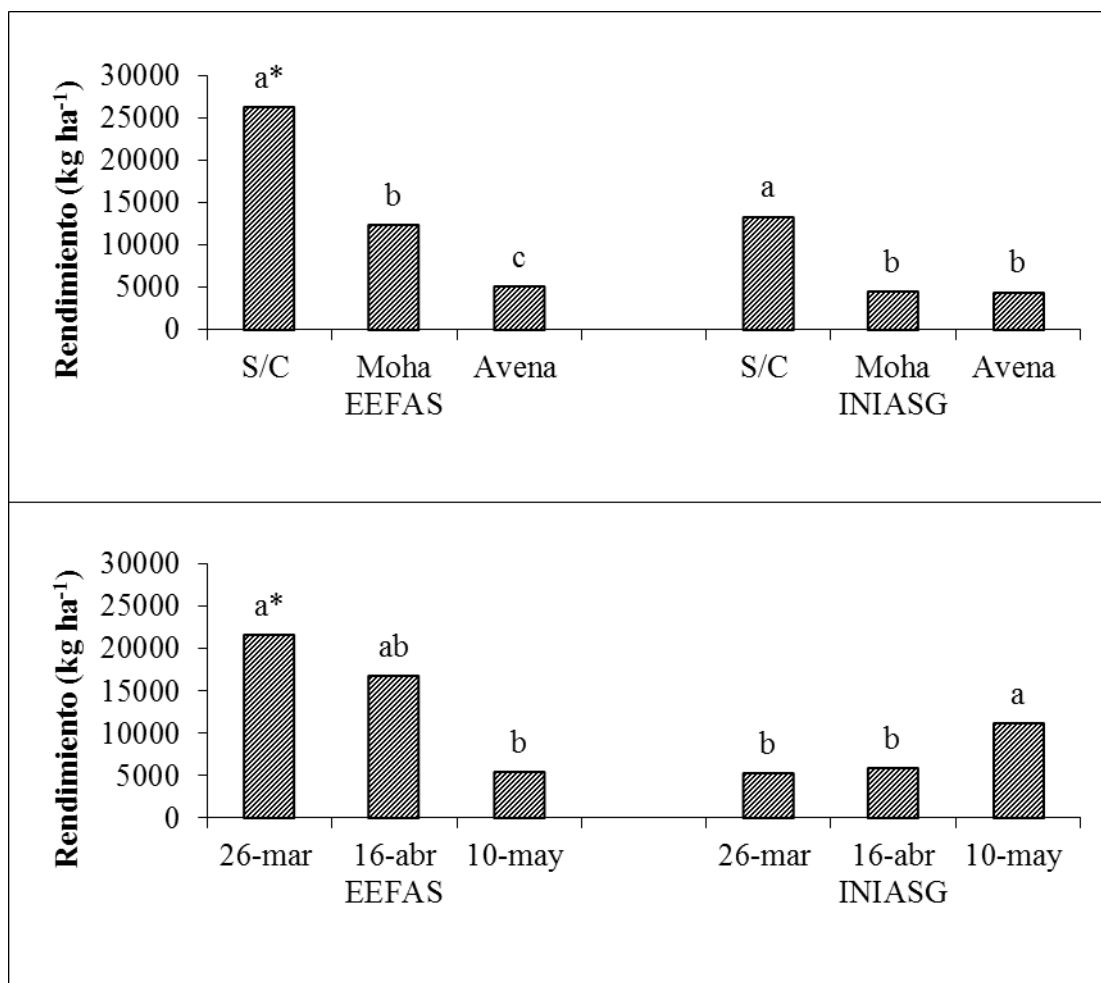


Figura 9. Rendimiento en los dos sitios para los factores cobertura y fecha de siembra en kg ha<sup>-1</sup>. Año 2013. \*Columnas dentro de cada sitio con letras iguales encima no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

Respecto al número de bulbos comerciales (figura 10) se observa (para el factor cobertura) que el rendimiento y el número de bulbos estuvieron relacionados, ya que los mayores rendimientos se dan con los tratamientos que obtuvieron mayor número de bulbos cosechados. En cuanto a fecha de siembra, se observa que en EEFA S la fecha más temprana es la que presentó mayor rendimiento, pero no es la que presenta mayor número de bulbos. En esta fecha se obtuvo mayor implantación, pero no todos los bulbos llegaron a ser comerciales. La primera fecha de siembra también fue la que presentó mayor floración, explicando esta reducción en el número de bulbos comerciales.

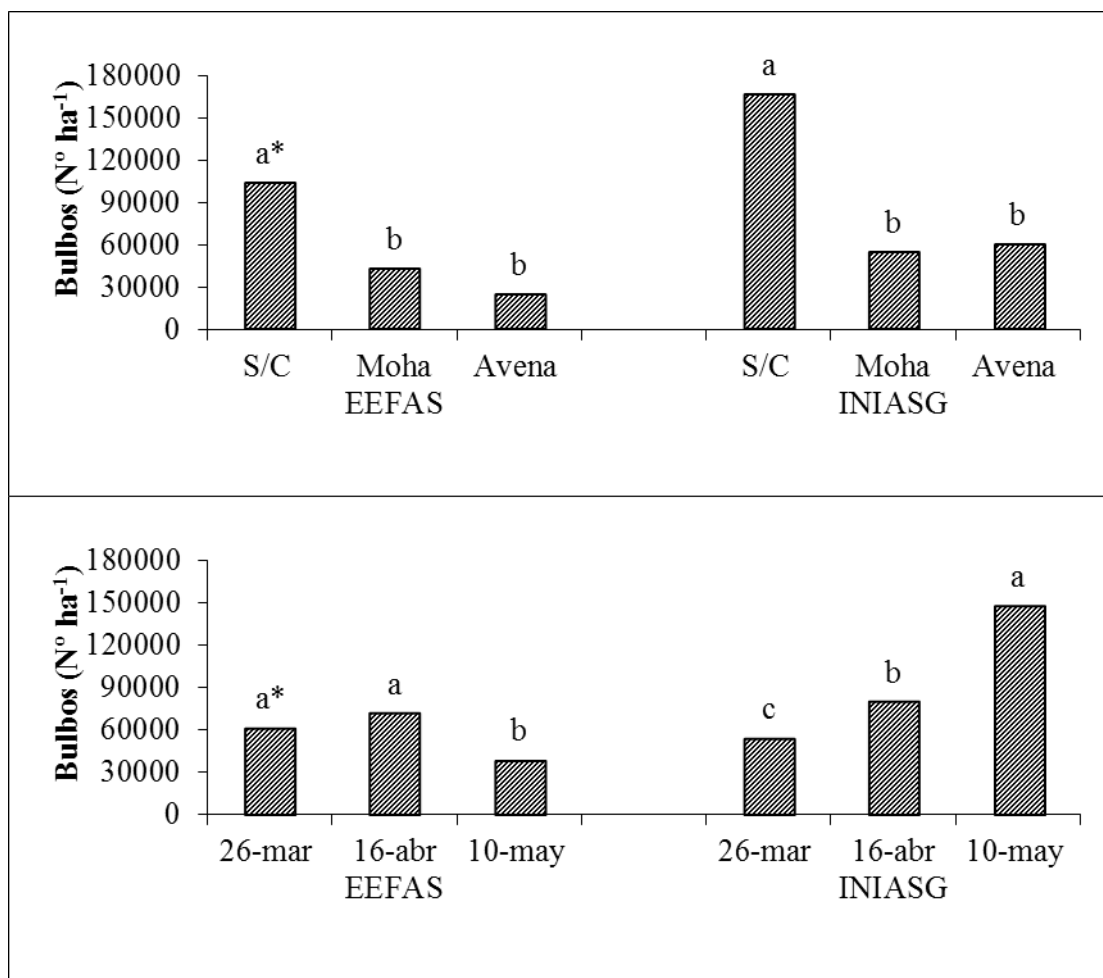


Figura 10. Número de bulbos comerciales en los dos sitios para los factores cobertura y fecha de siembra.

\*Columnas dentro de cada sitio con letras iguales encima no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

En ambos sitios no se observaron diferencias en peso de los bulbos entre las coberturas utilizadas (figura 11). En EEFAS, con la fecha de siembra más temprana se observó mayor peso promedio, mientras que en las restantes fechas no hubo diferencias entre ellas. En INIASG se observó el mismo resultado (Figura 11). En EEFAS coincide que en las fechas donde se dio mayor peso promedio de bulbos también hubo mayor rendimiento. En INIASG el mayor peso promedio se dio en la fecha más temprana, en la cual se da el menor rendimiento.

Según Brewster (2008) cuanto mayor es la duración del ciclo, mayor es el rendimiento, ya que permite un mayor período de crecimiento antes del inicio de la bulbificación, y por lo tanto mayor tamaño de bulbo, lo que explica por qué el mayor peso promedio cuando se siembra más temprano.

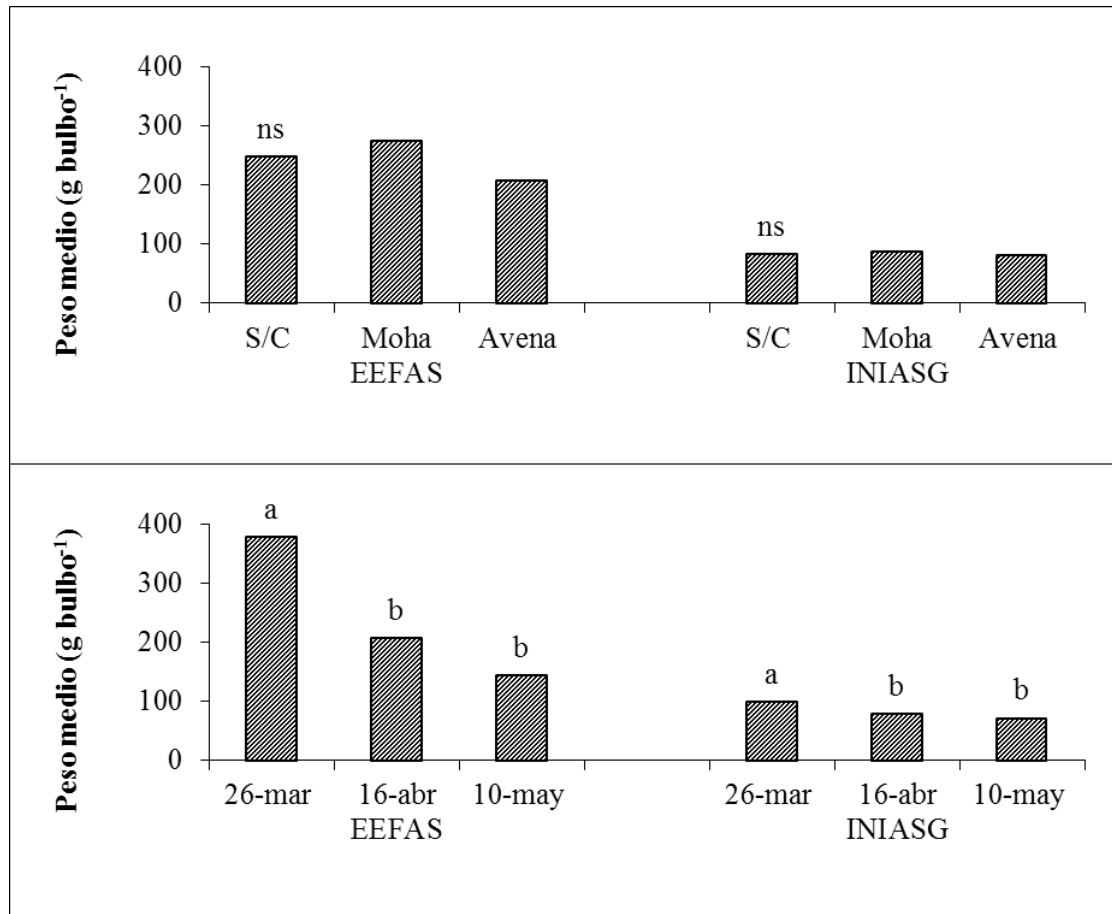


Figura 11. Peso medio de los bulbos en los dos sitios para los factores cobertura y fecha de siembra.

\*Medias dentro de cada sitio con letras iguales encima no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

<sup>ns</sup> Sin diferencias estadísticamente significativas.

Gabrielly *et al.* (2014) y Menezes y Vieira (2012) obtuvieron que a mayor densidad, menor fue el peso fresco de los bulbos. Estos resultados no coinciden con

los obtenidos en estos ensayos. La diferencia seguramente se explica porque las densidades obtenidas han sido bajas, la mayor densidad en EEFAS fue de 122500 plantas ha<sup>-1</sup> y en INIASG 267500 plantas ha<sup>-1</sup>, lo cual no es comparable con las densidades utilizados por otros investigadores.

El rendimiento está dado por dos componentes, número de bulbos comerciales y peso promedio de los mismos. En EEFAS cuando se sembró el 26 de marzo hubo mayor implantación, pero el número de bulbos comerciales fue menor, porque se floreció un porcentaje alto de los bulbos. De todas formas el peso de los bulbos fue alto, logrando así el mayor rendimiento en esa fecha.

En INIASG se observó que el mayor peso de los bulbos se dio cuando se sembró en la fecha más temprana, pero el mayor rendimiento se dio en la fecha más tardía, dado que se obtuvo un mayor número de bulbos.

## **3.2 AÑO 2014**

En el año 2014 se evaluó el efecto de la duración de barbecho químico de la cobertura de avena en la implantación del cultivo de cebolla.

### **3.2.1 Producción de materia seca de la cobertura**

No se observaron diferencias significativas en materia seca entre los diferentes tratamientos (cuadro 20). Si bien se desarrollaron en momentos diferentes, todos los tratamientos tuvieron el mismo período de desarrollo (40 días), seguramente por esto es que produjeron cantidades similares de materia seca.

Cuadro 20. Materia seca al momento de aplicación de herbicida (promedio de cuatro repeticiones). Año 2014.

Tratamiento	Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> )
0 días	1860 <sup>ns</sup>
15 días	1762
30 días	1957
45 días	1696

<sup>ns</sup> Sin diferencias estadísticamente significativas.

### 3.2.2 Implantación

La implantación evaluada a los 30 días fue menor en los tratamientos de 0 y 15 días de barbecho, obteniendo los mayores valores de implantación en los tratamientos de 45 días de barbecho y el tratamiento testigo (cuadro 21). La implantación evaluada a los 60 días no presentó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, a pesar de que se observaron diferencias importantes en términos absolutos.

Debe descartarse que las diferencias de implantación entre tratamientos puedan haberse debido a diferentes cantidades de materia seca producida por la cobertura ya que estas fueron similares para todos los tratamientos (cuadro 20). Dado que la principal diferencia entre tratamientos fue la duración del barbecho químico, y que cuando el mismo fue corto hubo una reducción de la implantación, se evidencia una relación clara entre la duración del barbecho y la densidad de plantas obtenida: a mayor barbecho químico, mayor densidad de plantas en el cultivo. Hans Molisch define la alelopatía como una ciencia que estudia interacciones bioquímicas entre plantas que pueden estimular o inhibir el desarrollo de las mismas. En esta situación se podría estar dando una interacción entre el cultivo de cebolla y el de avena que afecta negativamente la implantación de cebolla, por lo dicha interacción podría ser considerada alelopatía.

Ducca y da Costa (2008), estudiando el efecto de extractos de avena, observaron que este cultivo presenta un efecto alelopático sobre el cultivo de soja, efecto que se va perdiendo en la medida que aumenta el tiempo desde que se muere

la avena. Ese mismo efecto se observó en este ensayo sobre el cultivo de cebolla; a medida que pasó más tiempo desde que se elimina el cultivo de cobertura (avena) hasta que se siembra el cultivo de cebolla, fue mayor la implantación, lo que hace pensar que también se dio una mayor germinación.

En el año 2013 se sembró la cebolla 20 días luego de controlada la cobertura. Con esa duración de barbecho se obtuvieron valores de implantación muy bajos. Observando los resultados del año 2014 se puede pensar que 20 días de barbecho es un lapso corto de tiempo, y que este puede ser el factor que explicó la baja implantación obtenida respecto al tratamiento sin cobertura en 2013.

Cuadro 21. Implantación del cultivo de cebolla (número de plantas por metro de surco) a los 30 y 60 días de la siembra de cebolla.

Duración de barbecho	Momento de evaluación	
	30 días	60 días
0 días	0,4 c*	2 <sup>ns</sup>
15 días	1,5 c	2,2
30 días	3,7 b	4,6
45 días	8,3 a	6,2
S/C	9,1 a	6,1
Prob.>F	<,0001	0,2171
CV %	16,7	27,6

\*Medias en columnas seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

<sup>ns</sup> Sin diferencias estadísticamente significativas.

### 3.3 AÑO 2015

En el año 2015 se realizó un ensayo de campo y otro de laboratorio. El primero para evaluar el efecto de la duración del barbecho químico de la cobertura de avena en la implantación. En el segundo, se evaluó el mismo efecto sobre el porcentaje de germinación.

### **3.3.1 Producción de materia seca de la cobertura**

En el barbecho de menor duración se obtuvo mayor producción de materia seca que en el de mayor duración, y similar producción que el de 30 días de barbecho. De cualquier manera se observa que las diferencias absolutas obtenidas en 2015 son menores que las obtenidas en el año 2013.

Cuadro 22. Materia seca del cultivo de cobertura de Avena por tratamiento al momento de aplicar herbicida, año 2015.

Tratamiento	Materia seca (kg ha <sup>-1</sup> )
15 días	1777 a*
30 días	1581 ab
45 días	1395 b

\* Medias en columnas seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

### **3.3.2 Implantación ensayo a campo**

Como se observa en el cuadro 23 no hubo diferencias en la implantación del cultivo de cebolla entre tratamientos de duración del barbecho químico luego de la cobertura de suelo ni con el testigo sin cobertura. En cambio, en el año 2014 se registraron diferencias entre los tratamientos, que se podían atribuir a efectos alelopáticos. La diferencia entre el año 2014 y el año 2015 podría estar explicada por un registro importante de lluvias luego de la siembra. En 2015, la cebolla se sembró el día 30 de abril, y el día 2 de mayo se registraron lluvias de 90 mm, 8 días más tarde se registraron lluvias de 20 mm. En el año 2014 el régimen de lluvias fue



diferente, siete días posteriores a la siembra se registraron lluvias de 21 mm y 11 días más tarde lluvias de 9,2 mm. Estas altas precipitaciones registradas en 2015 pudieron haber provocado una reducción de la concentración de sustancias alelopáticas en el suelo por lixiviación, y tal como lo demuestran en sus ensayo Della Penna *et al.* (2009) y Lines y Fournier (1979), una menor concentración de las sustancias alelopáticas producen un menor efecto alelopático, incluso en concentraciones muy bajas no se observa dicho efecto, lo que podría explicar por qué no existieron diferencias entre tratamientos.

Cuadro 23: Implantación del cultivo de cebolla (número de plantas por metro) en dos momentos de evaluación, en función de la duración del barbecho químico después del cultivo de cobertura de avena en 2015.

Duración de barbecho	Momento de evaluación	
	30 días	60 días
15 Días	6,7 <sup>ns</sup>	6,5 <sup>ns</sup>
30 Días	6,1	6,6
45 Días	7,1	8,1
S/C	6,7	7,9
CV %	24	28
Prob.> F	0,45	0,64

<sup>ns</sup> Sin diferencias estadísticamente significativas.

### **3.3.3 Germinación y largo de radícula**

En el caso del ensayo de laboratorio se observaron efectos en la germinación de semilla, pero no en el largo de radícula (cuadro 24).

Cada parcela consistió en una placa de Petri donde se pusieron a germinar 30 semillas. En este caso no se utilizó un tratamiento sin cobertura, sino que se utilizó un tratamiento control en el que se colocaron las semillas a germinar en agua destilada.

En germinación se observa que los valores más bajos se dan cuando la cobertura es controlada 15 días antes de poner a germinar semillas de cebolla. El tratamiento en el que la cobertura se controla 30 días previos no presenta diferencias con el resto de los tratamientos. El tratamiento control y el de cobertura controladas 45 días antes no presentan diferencias entre sí. Se descarta que este efecto pueda estar dado por pequeñas diferencias de materia seca (cuadro 22) dado que en la preparación de las muestras la dilución se realizó en función del peso de la muestra.

Cuadro 24: Número de semillas por placa germinadas a los 7 y 14 días desde que se pusieron a germinar, y largo de radícula medido a los 14 días.

Duración Barbecho	Momento evaluación		Largo radícula cm
	7 días	14 días	
15 días	12,3 b*	12,4 b	7,03 <sup>ns</sup>
30 días	16,5 ab	15,3 ab	7,67
45 días	19,5 a	17,1 a	7,49
Control	19,5 a	23,7 a	7,01
CV %	14,06	15,72	16,8
Prob. > F	0,0059	0,0014	0,82

\* Medias en columnas seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

<sup>ns</sup> Sin diferencias estadísticamente significativas

Este resultado muestra que la germinación fue afectada por la duración del barbecho químico, y este efecto está dado seguramente por la liberación de sustancias que inhiben la germinación.

Dado que este ensayo se realizó en laboratorio, y el único factor que varió entre parcelas fue el agua donde germinaron las semillas de cebolla, se puede decir que las

sustancias liberadas por el cultivo de cobertura son las que condicionaron la germinación. Según la definición de alelopatía introducida por Hans Molisch en 1937, en este caso estamos frente a un efecto alelopático. La cobertura que tuvo mayor duración del barbecho no tuvo diferencias con el testigo, sugiriendo que el efecto de inhibición de la germinación se va perdiendo a medida que pasa el tiempo.

En cuanto a los resultados observados a campo es posible que este efecto no se exprese de la misma forma que en laboratorio porque hay otros factores en juego. Según Duke (2010) hay otros factores que pueden influir, como la concentración de sustancias químicas presentes en la solución de suelo. Della Penna *et al.* (2009) estudiaron el efecto de la concentración del extracto obtenido por maceración de cerraja a efectos de evaluar sus propiedades alelopáticas. Obtuvo en su trabajo que a mayor concentración del extracto obtenido, mayor es el efecto en la inhibición de la germinación. En este caso las intensas lluvias registradas luego de la siembra podrían haber producido una disminución en la concentración de las sustancias liberadas por la cobertura en la solución del suelo. Las muestras utilizadas en laboratorio fueron tomadas del campo previo a la lluvia.

En cuanto al largo de la radícula, no se observaron diferencias entre los diferentes tratamientos, lo que sugiere que en cebolla la alelopatía podría afectar la germinación pero no el desarrollo posterior de la planta que germina. Según Della Penna *et al.* (2009) las sustancias alelopáticas afectan la elongación radicular, pero en nuestro ensayo no se observó dicho efecto. Ferreira y Reinhard (2011), evaluó el efecto alelopático de lixiviados de diferentes partes de plantas de diferentes especies, sobre la germinación y longitud radicular de otras especies. Encontró que si se ponen a germinar semillas de canola en lixiviados de semillas, o la parte aérea de plántulas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) no hay efecto sobre la germinación o elongación radicular, en cambio, si se utilizan lixiviados de raíces de cebada se afecta la germinación y elongación radicular. Si se ponen a germinar semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en lixiviados de plántulas de cebada o lupino no hay efecto en la germinación o elongación radicular, en cambio, si se utilizan lixiviados de plántulas de canola, sí se afecta la germinación y elongación radicular de trigo. Por lo tanto, el efecto puede ser diferente según las especies que se estén evaluando. En este

experimento no se observó efecto de la parte aérea de avena sobre la elongación radicular de cebolla, pero si en la germinación.

#### **4. CONCLUSIONES**

La utilización de cultivos de cobertura de moha y avena produjo disminución en la implantación y el rendimiento del cultivo de cebolla en siembra directa, cuando se utilizaron barbechos de corta duración. Esa disminución fue similar con los dos cultivos de cobertura utilizados.

La implantación fue afectada en forma diferente por la duración del período de barbecho de avena en los dos años evaluados. Cuanto menor fue la duración del período de barbecho de la cobertura de avena, menor fue la implantación. Luego de un período de lluvias intensas ese efecto no pudo observarse en condiciones de campo.

En el año 2015, en condiciones de laboratorio, los extractos de la cobertura de avena de menor duración de barbecho produjeron la menor germinación, resultado atribuible a efectos alelopáticos.

Para utilizar cultivos de cobertura en la producción de cebolla en siembra directa debería considerarse la duración de barbecho necesaria para disminuir probables efectos depresores de la cobertura sobre el cultivo. En futuras investigaciones deberían evaluarse otros cultivos como cobertura vegetal con menores efectos alelopáticos que los observados con la utilización de avena y moha en estos experimentos.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Adetunji I A. 1994. Response of onion to soil solarization and organic mulching in semi-arid tropics. *Scientia Horticulturae*, 60 (1-2): 161-166.
- Albín A. 1993. Aspectos económicos de la siembra directa de cebolla. En: Siembra directa de cebolla- presentación de avances. Montevideo. INIA. pp 13-15.
- Aldabe L. 2000. Producción de Hortalizas en Uruguay. Montevideo, Epsilon. 269 p.
- Alemzadeh A, Texeira J, Yazdani N. 2009. Effect of onion set size and cultivar on production bunch onion (*Allium cepa*). *Middle Eastern and Russian journal of plant science and technology*, 3 (1): 5-9.
- Arboleya J. 2005a. Crecimiento y fisiología de la cebolla. En: Tecnología para la producción de cebolla. Ed. Arboleya, J. Boletín de divulgación 88. Montevideo. INIA. pp 17-30.
- Arboleya J. 2005b. Manejo del cultivo. En: Tecnología para la producción de cebolla. Ed. Arboleya, J. Boletín de divulgación 88. Montevideo. INIA. pp 43-74.
- Becker C, De carli De chiare G, Dughetti A, García C, López A, Sánchez R. 1991. El cultivo de cebolla en el valle bonaerense del río colorado. Buenos aires. Unidad de comunicaciones de Bahía Blanca. 30 p.
- Bettolli M, Altamirano M, Cruz G, Rudorff F, Martínez A, Arroyo J, Armoa J. 2010. Pastura natural de Salto (Uruguay): relación con la variabilidad climática y análisis de contextos futuros de cambio climático. *Revista Brasileira de Meteorología*, 25 (2): 248-259.

- Boyhan G, Diaz J, Hodkins C, Torrance R, Randy C. 2008. Direct Seeding Short-day Onions in Southeastern Georgia. *Hortecology*, 18 (3): 349-355.
- Brewster J. 2008. Onions and other vegetable alliums. Wallingford. CABI. 454 p.
- Brunel N, Seguel S. 2011. Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur*, 39 (1): 1-12
- Campelo E, Arboleya J. 2005. Actualidad de la producción de cebolla en Uruguay. En: *Tecnología para la producción de cebolla*. Ed. Arboleya, J. Boletín de divulgación 88. Montevideo. INIA. pp 1-15.
- Cheema ZA, Farooq A, Khaliq A. 2012. Application of allelopathy in crop production: success story from Pakistan. In: *Allelopathy: Current Trends and Future Applications*. pp 113-143.
- Cogo N, Moldenhauer W, Foster G. 1984. Soil loss reductions from conservation tillage practices. *Soil Science Society American Journal*, 48 (2): 368-373.
- Corrêa T M, Paludo S, Resende F, de Oliveira P. 2003. Adubação química e cobertura morta em alho proveniente de cultura de tecidos. *Horticultura Brasileira*, 21 (4): 601-604.
- Della Penna A, Batro A, Estévez P. 2009. Efectos alelopáticos de extractos acuosos de cerraia sobre la germinación y elongación radicular de achicoria y cebolla de verdeo. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNR*, 4 (15): 39-46.
- Dogliotti S, Galván G. 2001. Mesa Nacional de Ajo y Cebolla. Seminario de actualización en el cultivo de cebolla. Montevideo. INIA. pp 57-60.

- Doria J. 2009. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31 (1): 74-85.
- Ducca F, da Costa Zonetti P. 2008. Efeito alelopático do extrato acuoso de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) na germinação e desenvolvimento de soja (*Glicine max* L. Merrill). *Revista em agronegócios e meio ambiente*, 1 (1): 101-109.
- Duke S. 2010. Allelopathy: Current status of research and future of the discipline: A Commentary. *Allelopathy Journal*, 25 (1): 17-30.
- Fálico L, Visintin G, García B, Alcaraz E. 2007. Implantación de soja con microorganismos biocontroladores. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 35:197-217.
- FAO. 2014. FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística). Base de datos estadísticos. En línea. Consultado en agosto de 2016. Disponible en <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>.
- FAO. 2009. FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística). Base de datos estadísticos. En línea. Consultado en agosto de 2016. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>.
- Ferreira M, Reinhard C. 2011. Greenhouse and laboratory assessment of rotational crops for allelopathic potential that affects both crops and weeds. En: Ferreira M, Reinhard C. (Eds.). *Research methods for allelopathic testing under controlled conditions. Alternative research methods for allelopathic testing of wheat and the weed hybrid Lolium multiflorum x perenne*. Eastern Cape. Amazon. pp 3-37.



- Gabrielly H, Leilson G, Renan P, Saulo M, Valdívía F, Rayanne M. 2014. Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantío. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (7): 682-687.
- Greenland R. 2000. Optimum Height at Which to Kill Barley Used as a Living Mulch in Onions. *Hortscience*, 35 (5): 853-855.
- Guiñazú M. 1996. Factores de manejo que afectan la floración en cultivos de cebolla (*Allium cepa* L.). *Avances en Horticultura*, 1(1): 1-9.
- Holder C, Brown K. 1974. Evaluation of simulated seedling emergence through rainfall induced soil crust. *Soil Science American Journal*, 38 (5): 705-710.
- Lancaster J, Triggs C, DE Ruitter J, Gandar P. 1996. Bulbing in Onions: Photoperiod and Temperature Requirements and Prediction of Bulb Size and Maturity. *Annals of Botany*, 78 (4): 423-430.
- Lines N, Fournier L. 1979. Efecto alelopático de *Cupressus lusitanica* Mill. sobre la germinación de las semillas de algunas hierbas. *Revista de biología tropical*, 27 (2): 223-229.
- Maeso C, Villamil J. 1981. Almacigo de plantas Hortícolas. En: Almacigo de plantas hortícolas. Peste negra del Boniato. Miscelánea 35. Montevideo. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerguer. pp 1-21.
- Marchi G, Marchi E, Wang G, Mcgiffen M. 2008. Effect of age of a sorghum-sudangrass hybrid on its Allelopathic action. *Planta daninha*, 26 (4): 707-716.
- McIntyre D D. 1957. Permeability measurements of soil crust formed by raindrop impact. *Soil Science Society American Journal*, 21 (2): 185-189.

- Medrano A, Ortuño N. 2007. Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba – Bolivia. *Acta nova*, 3 (4): 660-679.
- Menezes F, Vieira J. 2012. Produção da cebola em função da densidade de plantas. *Horticultura Brasileira*, 30 (4): 733-739.
- MERCOSUR (Mercado común del sur). Grupo mercado común. 1994. Resolución 74/93. Identidad y calidad de la cebolla. En línea. Consultado en diciembre de 2016. Disponible en: [http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r\\_gmc\\_74-93.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_74-93.pdf)
- MGAP/DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca). 2014. Anuario estadístico agropecuario 2013. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuestas\\_hortícolas\\_2013\\_-\\_zonas\\_sur\\_y\\_litoral\\_norte\\_no\\_318.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuestas_hortícolas_2013_-_zonas_sur_y_litoral_norte_no_318.pdf)
- MGAP/DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) 2002. Encuesta hortícola en el litoral norte del país. Año 2001. En línea. Consultado en julio de 2016. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuesta\\_horticola\\_en\\_la\\_zona\\_litoral\\_norte\\_-\\_ano\\_2001\\_-\\_junio\\_2002\\_-\\_no\\_26.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuesta_horticola_en_la_zona_litoral_norte_-_ano_2001_-_junio_2002_-_no_26.pdf)
- Oliveira F, Guerra J, Almeida D, Ribeiro R, Espindola J, Ricci M, Ceddía M. 2008. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, 26 (2): 216-220
- Olivet J. 2005. Mecanización de la siembra en el cultivo de cebolla. En: Tecnología para la producción de cebolla. Ed. Arboleya, J. Boletín de divulgación 88. Montevideo. INIA. pp 88-92.

- Pardo G.1988. Posibilidades agronómicas y tecnológicas de la producción de cebolla para exportación. En: La cebolla como rubro de exportación del Uruguay. Ed: Marambio J, Paseyro J. Publicaciones misceláneas N° AU/UY – 88-03. pp. 17-42. En línea. Consultado en setiembre de 2016. Disponible en <https://books.google.com.mx/books?id=89dNIp4APUwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Pérez Nieto J, Valdes Valerde E, Ordaz Chaparro V. 2012. Cobertura vegetal y erosión del suelo en sistemas agroforestales de café bajo sombra. *Tierra Latinoamericana*, 30 (3): 249-259.
- Quintero J. 1982. Cultivo extensivo de la cebolla. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hojas Divulgatorias. España. 20 p.
- Regüés D, Torri D. 2002. Efecto de la energía cinética de la lluvia sobre la dinámica de las propiedades físicas y el encostramiento en un suelo arcilloso sin vegetación. *Cuaternario y Geomorfología*, 16 (1-4): 57-71.
- Resende FV, Souza LS, Oliveira PS, Ronan G. 2005. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. *Ciência e Agrotecnología*, 29 (1): 100-105
- Santos SS, Espíndola JAA, Guerra JGM, Leal MAA, Ribeiro RLD. 2012. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. *Horticultura Brasileira*, 30 (3): 549-552.
- Vicente E, Carrega G, Espina W, Vilaro F, Rodriguez G. 2007. El cultivar de cebolla INIA casera. Boletín de divulgación 92. Montevideo. INIA. 14 p.

Wang G, Ngouajio M, McGiffen Jr M, Hutchinson C. 2008. Summer Cover Crop and In-season Management System Affect Growth and Yield of Lettuce and Cantaloupe. *HortScience*, 43(5):1398-1403.

Willis R. 2007. *The History of Allelopathy*. Netherlands. Springer Science & Business Media. 330 p.

Whittaker RH, Feeny PP. 1971. Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science*, 171 (3973): 757-770.

## **6. ANEXO**

### **Siembra directa de cebolla sobre coberturas vegetales en el noroeste de Uruguay.**

Volpi Alvez, Jorge<sup>1</sup>; Olivet Martínez, Juan José<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental Salto. Departamento de Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. E-mail: [volpialvez@gmail.com](mailto:volpialvez@gmail.com).

<sup>2</sup> Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía. Universidad de la República. E-mail: [juanjoseolivet@gmail.com](mailto:juanjoseolivet@gmail.com)

Revista: Agrocienza Uruguay

**Resumen**

En la producción de cebolla en siembra directa es importante obtener una buena implantación, la cual es afectada negativamente por factores como la erosión o el encostramiento del suelo. La siembra de una cobertura vegetal que se controle químicamente previo a la siembra del cultivo de cebolla puede ser un método que reduzca la influencia de estos factores sobre el cultivo. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes cultivos de cobertura en interacción con la fecha de siembra en el cultivo de cebolla en siembra directa. Se realizó un ensayo en dos sitios, la estación experimental de la facultad de agronomía en Salto (EEFAS), y la estación experimental de INIA Salto Grande (INIASG). Se evaluaron avena (*Avena sativa* L.) y moha (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.), como cultivos de cobertura, y un testigo sin cobertura como control, con tres fechas de siembra del cultivo de cebolla. Las variables estudiadas fueron la implantación del cultivo, floración y rendimiento. En ambos sitios se observó mayor floración cuando se utilizó la fecha de siembra más temprana. La implantación y rendimiento fue mayor en EEFAS con la fecha más temprana y en INIA con la fecha más tardía. En ambos sitios se observó mayor implantación, mayor floración y mayor rendimiento en los tratamientos sin cobertura. Para utilizar coberturas en siembra directa de cebolla debería evaluarse qué factores provocan un efecto depresor de la cobertura sobre el cultivo.

Palabras clave: *Allium cepa*, cultivos de cobertura, sembradoras.

## **Direct seeding of onion on cover crops in northwestern Uruguay**

### **Summary**

In directly seeded onion production it is important to obtain a good plant density, which is negatively affected by factors such as soil erosion or soil crusting. Sowing a coverage crop chemically controlled before sowing the onion crop can reduce the influence of these factors on onion crop. The objective of this work was to study the effect of different cover crops and the interaction with the sowing date on onion crops directly seeded. A trial was performed in two sites: Experimental Station of The Agronomy Faculty in Salto (EEFAS) and Experimental Station of INIA in Salto Grande (INIASG). Oat (*Avena sativa* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) were evaluated as cover crops, and a treatment without cover crop as a control in three sowing dates. The studied variables were plant density, flowering rate and bulb yield. In both experimental sites, a larger flowering rate was observed for the earlier sowing date. In EEFAS, the larger yield and plant density was obtained in the earliest date, whereas in INIA with the latest sowing date. In both sites a greater plant density, flowering and crop yield was observed in the treatment without cover crop. In

order to use cover crops on direct sowing of onions, it should be evaluated which factors cause a depressant effect of the coverage on the crop.

Key words: *Allium cepa*, coverage crops, seeder

## Introducción

El cultivo de cebolla es el segundo cultivo hortícola a nivel mundial (FAO, 2014). El cultivo en 2009 ocupaba una superficie de 4,7 millones de hectáreas y se cultivaba en unos 145 países (FAO, 2009). El principal país productor en el mundo es China, con 22.300.000 toneladas. En América latina el principal país es Brasil, con 1.538.929 toneladas (FAO, 2014). En Uruguay es el segundo cultivo hortícola, en toneladas producidas por año, luego del tomate, y el primero en cuanto a número de productores y superficie sembrada. La producción se realiza en dos zonas claramente diferenciadas, sur y noroeste. En la zona noroeste, especializada en cultivos de primor, se encuentra el 11 % de los productores, que siembran el 23 % del área de cebolla de Uruguay (MGAP/DIEA, 2014).

El cultivo de cebolla se puede realizar por medio de almácigo y trasplante, bulbillos o por siembra directa. Según Arboleya (2005), la siembra directa es una práctica utilizada en otros países, como Argentina, Estados Unidos, Canadá, pero es muy poco utilizada en Uruguay, donde predomina el cultivo mediante almácigo y trasplante. En Argentina, las principales áreas de producción se encuentran en Mendoza y en el valle del río Colorado (Provincia de Buenos Aires). En ambos casos, la escasa pluviometría y el uso de riego por superficie permiten la completa mecanización del cultivo (Olivet, 2005). En Uruguay existen antecedentes de investigación en siembra directa en la zona sur, donde se generó información importante en cuanto al desempeño de diferentes sembradoras y manejo de malezas (Olivet, 2005).

Boyhan *et al.* (2008) explica que en Georgia también se utiliza el sistema de almácigo y trasplante, y que hay demanda importante de tecnologías que lleven a una reducción de la mano de obra, siendo la siembra directa una alternativa para lograr dicho objetivo.

La cebolla es un cultivo de ciclo largo, en el cual el suelo pasa muchos meses descubierto, lo que provoca algunos efectos indeseables sobre el suelo y el desarrollo de los cultivos sobre los mismos. Según McIntyre (1957), el impacto de gotas de lluvia sobre el suelo causa una destrucción física de los agregados superficiales y una redistribución de las partículas disgregadas, rellenando huecos y poros. Este fenómeno fue denominado como sellado superficial, el cual es mayor en suelos con mayor deterioro (McIntyre, 1957). Según Regués y Torri (2002) el mismo fenómeno ha sido descrito por otros autores, y definido con diversos nombres, como “*disruptional seal*” o sellado de alteración, o costra superficial.

La costra superficial o encostramiento produce una reducción en la implantación de cultivos. Según Holder y Brown (1974) esto se da por una restricción física en la emergencia de plántulas. Regüés y Torri (2002) agregan además que esta reducción en la emergencia de plántulas, puede deberse a reducción de la infiltración de agua, por lo tanto menor disponibilidad hídrica para la semilla.

El proceso de encostramiento se produce por lluvias intensas en cortos periodos (Regüés y Torri, 2002). En Uruguay se registra una alta concentración de precipitaciones en otoño, con lluvias de alta intensidad (Bettoli *et al.*, 2010), momento en el cual se siembra el cultivo de cebolla, lo que determina que este cultivo está expuesto a condiciones propicias para el encostramiento durante su implantación.

Pérez Nieto *et al.* (2012) y Regüés y Torri (2002) también reportan que el suelo sin cobertura presenta alto riesgo de erosión. La erosión del suelo afecta su productividad por afectar sus propiedades físicas, por la pérdida de horizontes superficiales, y químicas, por pérdidas de nutrientes (Brunel y Seguel, 2011).

Según Cogo *et al.* (1984) los sistemas de siembra directa en cultivos extensivos, reducen el encostramiento y la erosión del suelo, dado que cuentan con una cobertura del suelo que amortigua el golpe de las gotas de lluvia.

El uso de diferentes tipos de coberturas puede mejorar el rendimiento en algunos cultivos. Resende *et al.* (2005) observaron que el uso de mantillo como cobertura del suelo en el cultivo de zanahoria resultó en mayores rendimientos que en el suelo descubierto. Wang *et al.* (2008) utilizando el cultivo de caupi (*Vigna unguiculata*) y pasto sudán (*Sorghum bicolor*) como cobertura, observaron que utilizando caupi, tanto incorporado como en cobertura, aumentó el rendimiento de lechuga sembrada en siembra directa, y melón, en el primer ciclo. En cambio con pasto sudán en el primer ciclo no se observaron mejoras en el desarrollo del cultivo, pero a partir del segundo ciclo hubo un aumento considerable en rendimiento comparado con los mismos cultivos sembrados sobre suelo sin cobertura.

Adetunji (1994), estudió la respuesta del cultivo de cebolla de trasplante en sistemas de producción orgánica sobre suelos con coberturas de cáscaras de maní, aserrín y rastrojo de maíz. Señala que con excepción del aserrín, en los suelos con cobertura aumentó significativamente el crecimiento vegetativo y la producción de bulbos de cebolla.

Santos *et al.* (2012) utilizaron dos coberturas muertas en el cultivo de cebolla, paja de bambú (*Bambusa sp.*) y paja de gliricidia (*Gliricidia sepium Jacquin*), las cuales se agregaron al cultivo 20 días post trasplante, y obtuvieron que el rendimiento en cebolla fue de 26490 kg ha<sup>-1</sup> y 25040 kg ha<sup>-1</sup> con cobertura de bambú y gliricidia respectivamente, mientras que en suelo sin cobertura fue de 13960 kg ha<sup>-1</sup>.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de diferentes cultivos de cobertura, y fecha de siembra en el cultivo de cebolla en siembra directa sobre coberturas vegetales.



## Materiales y métodos

Con el objetivo de estudiar las alternativas propuestas en diferentes condiciones, en el año 2013 se llevó a cabo un ensayo en simultáneo en dos sitios con suelos de características distintas. La estación experimental de INIA Salto Grande, ubicada en Camino el terrible s/n, Salto, Uruguay (en adelante ensayo INIASG), y la estación experimental Facultad de Agronomía, Ruta nacional número 31, km 21, Salto, Uruguay (en adelante ensayo EEFAS). En el primer sitio el suelo es un argisol arenoso franco, en el segundo es un vertisol franco arcilloso.

El laboreo del suelo comenzó en el mes de diciembre de 2012, realizando un laboreo primario y laboreos secundarios. La última labor fue una operación con fresadora, la cual se realizó previa a la siembra del cultivo de cobertura, o el cultivo de cebolla, cuando no había cultivo de cobertura.

En el ensayo se instalaron 9 tratamientos consistentes en la combinación de tres manejos de suelo y tres fechas de plantación. Los manejos de suelo fueron siembra directa convencional sobre suelo sin cobertura (S/C), siembra directa sobre cobertura de avena (*Avena sativa* L.) y siembra directa sobre cobertura de moha (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.). Las fechas de siembra utilizadas fueron 26 de marzo, 16 abril y 10 de mayo.

Para cada fecha de siembra se procedió a acondicionar el suelo, sembrar la cobertura, controlar la cobertura mediante aplicación de un herbicida luego de 40 días de crecimiento y sembrar cebolla luego de 20 días de barbecho químico. Para los tratamientos sin cobertura solo se procedió a acondicionar el suelo y sembrar el cultivo de cebolla. La secuencia se ilustra en la figura 1.

Tratamientos	Secuencia			
Sin cobertura	Laboreo			Cult cebolla
	Siembra cebolla			
Con cobertura	Laboreo	Cobertura (40 días)	Barbecho (20 días)	Cult cebolla
	Siembra Cobertura		Herbicida	Siembra cebolla

Figura 1. Representación gráfica de secuencia de actividades realizadas para instalar el cultivo en tratamientos con cobertura y sin cobertura.

La secuencia de actividades se repitió para todos los tratamientos, pero las fechas en que se realizó cada actividad fueron diferentes según el tratamiento. En el cuadro 1 se muestran las fechas en que se realizó cada actividad para cada tratamiento.

Cuadro 1. Fechas de actividades realizadas para instalación del cultivo por cada tratamiento.

Cobertura	Fecha de siembra de la cobertura	Aplicación de herbicida	Fecha de siembra del cultivo de cebolla
S/C	na	na	
Moha	21/1	4/3	Primera fecha (26/3)
Avena	21/1	4/3	
S/C	na	na	
Moha	11/2	26/3	Segunda fecha (16/4)
Avena	11/2	26/3	
S/C	na	na	
Moha	4/3	16/4	Tercer fecha (10/5)
Avena	4/3	16/4	

La siembra del cultivo de cobertura se realizó al voleo en forma manual a razón de 400 kg ha<sup>-1</sup> en avena, y 40 kg ha<sup>-1</sup> en moha. El herbicida que se utilizó para el control del cultivo de cobertura fue Rango NF (Glifosato 360 g l<sup>-1</sup>, Cibeles), a razón de 5 l ha<sup>-1</sup>.

La siembra del cultivo de cebolla se realizó con una sembradora de precisión, marca Agrícola Italiana con dosificador neumático por vacío modelo SNT-3-290 (modelo SNC, Agrícola Italiana Massanzago, Padua, Italia). Su tren de siembra está compuesto por una rueda delantera forrada en goma (0,08 m de ancho y 0,24 m de diámetro), un abre surco de zapata, una paleta para cierre de surco y una rueda trasera con las mismas características de la delantera. Este tren de siembra es apto para siembra sobre suelo laboreado. Dado que los ensayos se realizaron sobre cultivos de cobertura, y se debe cortar la misma para poder abrir el surco, se sustituyó la rueda de goma que lleva delante del tren de siembra, por una rueda del mismo diámetro, pero con una cuchilla circular lisa con el objetivo de realizar el corte de rastrojos en la zona de acción de los abre surcos.

La variedad de cebolla utilizada fue INIA Casera. El lote de semilla presentaba un porcentaje de germinación de 58 % según datos proporcionados por INIA Salto Grande. Se sembró en canteros de 4 filas a 1,6 m entre canteros y una distancia entre semillas de 4,39 cm, lo cual determinó una densidad teórica de 569.500 semillas en una hectárea.

El cultivo se fertilizó en base al análisis de suelo de cada sitio. Se utilizaron los criterios recomendados por Arboleya (2005). La fertilización de base se realizó previa a la instalación del cultivo de cobertura, aplicando un fertilizante de formulación 7-40-0 en EEFAS y 18-46-0 en INIA. Luego se refertilizó con urea durante el ciclo del cultivo en dos oportunidades, a los 30 días después de la siembra, y previo al

inicio de la bulbificación. En EEFAS se aplicó un total de 89 kg de nitrógeno y 50 kg de  $P_2O_5$ , y en INIA se aplicó un total de 110 kg de nitrógeno y 78 kg de  $P_2O_5$ .

El control de malezas en ambos sitios y para cada fecha de siembra consistió en la aplicación de herbicidas (pre y pos emergentes) y limpiezas manuales. El herbicida preemergente utilizado fue Weedox, (Pendimetalin 330 g l<sup>-1</sup>, Saudu.) aplicado el día posterior la siembra luego de un riego por aspersión. Las dosis de herbicida preemergente para EEFAS e INIASG fueron 1 y 2 l ha<sup>-1</sup> respectivamente debido a que los suelos presentaban diferentes contenidos de materia orgánica. El herbicida posemergente fue Galigan 240 CE (Oxiflourfen 240 g l<sup>-1</sup> Lanafil). Las dosis variaron de 0,08 a 0,15 l ha<sup>-1</sup> según el estado del cultivo. El número de aplicaciones del posemergente fue 3 y 1 para EEFAS e INIASG respectivamente en función de la evolución del enmalezamiento.

El manejo sanitario fue básicamente mediante productos químicos, utilizando diferentes productos según sitio. Los productos utilizados en EEFAS fueron Ridomil (64 % mancozeb + 4 % metalaxil. Syngenta) y Curzate M-8 (64 % mancozeb + 8 % cimoxanilo. Agrosan). Los utilizados en INIA fueron además de los usados en EEFAS, Dithane M 45 NT (Mancozeb 800 g l<sup>-1</sup> DowAgro- Science), Fanavid 85 (Oxicloruro de cobre 50 %. Fanaproqui), Switch 6,25 WG (37,5 % ciprodinil + 25 % fludioxinil. Syngenta), Previcur N (Promocarb clorhidrato 722 g l<sup>-1</sup> Bayer) y Banko (Clorotalonil 500 g l<sup>-1</sup> Dikebell).

La cosecha se realizó cuando se produjo el volcado de al menos el 50 % de los bulbos, día 19 de noviembre para la fecha de siembra más temprana, 26 de noviembre para las dos fecha más tardías en ambos sitios.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo factorial de los tratamientos y cuatro repeticiones. Los dos factores fueron: manejo del suelo, con 3 niveles y fecha de siembra con 3 niveles. Cada parcela consistió en un cantero con 4 filas de cebolla con un largo de 20 m en INIASG y 15 m en EEFAS.

Las variables estudiadas fueron: implantación, porcentaje de floración, rendimiento comercial, número de bulbos comerciales y peso medio de bulbos comerciales.

La implantación del cultivo se determinó mediante conteo de plantas a los 30, 60 y 100 días post siembra expresándose en número de plantas por metro de surco. Se contaron los cuatro surcos. En EEFAS se contaron los 12 metros centrales de la parcela, y en INIA se contaron los 15 metros centrales de cada parcela.

El porcentaje de floración se calculó como porcentaje de plantas que emitió escapo floral sobre el total de plantas que llegaron a cosecha.

Al final del cultivo, se cosecharon todos los bulbos del área evaluada. Se clasificaron en categorías según el reglamento técnico del MERCOSUR (MERCOSUR. Grupo mercado común, 1994), descartando

bulbos de plantas florecidas, bulbos dobles y bulbos de diámetro menor a 3,5 cm. Con los bulbos comerciales se obtuvo el rendimiento, el número de bulbos y el peso medio de bulbos.

El análisis estadístico para implantación, rendimiento comercial, número de bulbos y peso promedio de los bulbos comerciales se realizó mediante el procedimiento GLM del software SAS (Versión 9.0). Para todas las variables se realizó test de normalidad y las que no tuvieron distribución normal se las transformó mediante la función  $\log(Y)$ .

El modelo estadístico adoptado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_j + C_k + F_l + (C.F)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

La variable porcentaje de floración se analizó mediante el procedimiento Glimmix de SAS (versión 9.2), donde se incluyeron los efectos simples cobertura, y fecha de siembra.

El modelo adoptado fue el siguiente:

$$\ln\left(\frac{P_{ijk}}{1-P_{ijk}}\right) = B_j + C_k + F_l + (C.F)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Este fue el modelo que se utilizó en primera instancia. En el mismo la interacción no fue significativa en ninguno de los dos sitios, por lo que se realizó nuevamente el análisis sin las interacciones.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey- Kramer. Las diferencias entre las medias con una probabilidad de error tipo I superior al 5 % no se consideraron significativas.

## Resultados y discusión

### Implantación

La interacción entre cobertura y fecha de siembra fue significativa en ambos sitios. En EEFAS se explica porque las fechas de siembra se comportaron diferentes según la cobertura utilizada: en suelo sin cobertura la implantación en la tercera fecha de siembra fue menor a las otras dos en todas las evaluaciones, mientras que en suelo con cobertura de moha en las evaluaciones a los 60 y 100 días no hubo diferencias entre fechas y a los 30 días hubo diferencias entre la primera y tercera fecha. En suelo con cobertura de avena la segunda fecha fue menor a las otras fechas extremas. Si bien existe esta interacción los mayores valores de implantación se dieron cuando no se usó cobertura y cuando se sembró el día 26 de marzo (cuadro 2).

En INIASG la interacción se explica porque cuando se utilizó suelo sin cobertura no hubo diferencias entre las tres fechas de siembra, y cuando se utilizaron coberturas la fecha de siembra más tardía se diferenció de las demás. En INIASG siempre se repite que la mayor implantación se da en suelos sin cobertura y en la fecha de siembra más tardía (cuadro 2).

Por lo expuesto por Cogo *et al.* (1984) sería de esperar que en los suelos sin cobertura se pudiera observar encostramiento del suelo y por lo tanto menor implantación. Sin embargo el comportamiento observado en 2013 fue inverso.

Oliveira *et al.* (2008), mencionan efectos de control de malezas por la presencia de coberturas, y explican que este control se debe a un cambio en las condiciones debajo de la cobertura, que no permite que se rompa la latencia de las semillas de malezas, una barrera física a la emergencia de plántulas, y liberación sustancias alelopáticas. Este último efecto se podría afectar negativamente la implantación del cultivo de cebolla.

Cuando se observa la producción de materia seca de las coberturas y se la compara con la implantación, en EEFAS se puede asociar la mayor implantación en la fecha más temprana, con la menor producción de materia seca. Sin embargo en INIA SG se observó que en la fecha de menor producción de materia seca, hubo menor implantación, por lo que no se puede afirmar que la mayor implantación se dio en los tratamientos que la cobertura presentó menor cantidad de materia seca y viceversa.

Cuadro 2. Implantación (número de plantas por metro) en tres momentos para diferentes coberturas y fechas de siembra.

Cobertura	Fecha de siembra	Momento de evaluación					
		EEFAS			INIASG		
		30	60	100	30	60	100
S/C	-	4,9 a*	4,3 a	4,3 a	10,6 a	10,7 a	9,9 a
Moha	-	1,8 b	1,7 b	1,8 b	3,7 b	3,2 b	2,9 b
Avena	-	1,0 c	0,9 c	1,0 c	4,3 b	3,6 b	3,3 b
-	26-Mar	3,3 a	3,1 a	3,4a	5,1 b	4,8 b	4,5 b
-	16-Abr	2,7 a	2,4 b	2,4b	4,9 b	4,8 b	4,5 b
-	10-May	1,7 b	1,3 c	1,3c	8,6 a	7,9 a	7,2 a
S/C	26-Mar	5,6 a	5,3 a	5,6 a	9,5 a	9,1 b	8,7 a
S/C	16-Abr	6,4 a	5,6 a	5,6 a	11,0 a	11,0 ab	10,4 a
S/C	10-May	2,7 b	2,0 bc	1,8 b	11,2 a	12,0 a	10,7 a
Moha	26-Mar	2,9 bc	2,8 b	3,2 bc	2,8 bc	2,3 d	2,2 c
Moha	16-Abr	1,2 cd	1,2 bc	1,2 bc	1,2 c	1,1 d	1,2 c

Moha	10-May	1,3c	1,1 c	1,2bc	7,2 b	6,1 c	5,4 b
Avena	26-Mar	1,5 c	1,4 c	1,6 bc	3,1 c	3,1 d	2,5 c
Avena	16-Abr	0,5 d	0,5 d	0,5 c	2,5 c	2,2 d	2,0 c
Avena	10-May	1,0 cd	0,8 cd	0,8 c	7,4 a	5,5 c	5,4 b
CV %		29,2	31,9	35,2	29,4	33,4	30,2

\*Medias en columnas dentro de cada factor o interacción de los factores seguidas por letras iguales no difieren significativamente entre sí (prob.  $F < 0,05$ ).

Si bien se observaron diferencias entre los tratamientos, observando el mejor comportamiento en los suelos sin cobertura, en todos los casos el porcentaje de implantación fue bajo, en ninguno superó el 50 % de las semillas sembradas dado que se sembraron 22 semillas  $m^{-1}$ . Esto pudo ocurrir porque un porcentaje importante de la semilla sembrada no germina, dado su bajo porcentaje de germinación.

El resto de las semillas que estaban en condiciones de germinar no llegaron a instalarse, lo cual pudo deberse a otros factores. Doria (2009) nombra la temperatura y humedad como factores que afectan la germinación de semillas. Cuando se realiza el análisis de germinación se da a las semillas las mejores condiciones para que estas germinen, en cambio cuando se instala el cultivo a campo estas no son las mismas que en laboratorio. La temperatura no es la misma, y además varía, mientras que en las pruebas de germinación esta es constante lo cual lleva a que la germinación sea aún menor en el campo. En cuanto a humedad se trató de mantener la misma constante, realizando riegos por aspersión en los primeros días desde la siembra, realizando uno o dos riegos diarios según la demanda. Luego se mantuvo de humedad del mismo a través de riego por goteo.

Otros factores que pueden afectar la implantación son las enfermedades de suelo, Fállico *et al.* (2007), Medrano y Ortuño (2007) nombran varias enfermedades de suelo que afectan la implantación de los cultivos. En cebolla el grupo de enfermedades que provocan reducción en la implantación se conoce como “*damping off*” o “mal de almácigo”. Medrano y Ortuño (2007) observaron en sus ensayos que en cebolla los hongos que forman el mal de almácigo son *Fusarium (Fusarium sp)*, *Pythium (Pythium sp)* y *Rhizoctonia (Rhizoctonia solani Kuhn)*. Todos estos factores podrían estar afectando el número de plantas obtenidas, pero no se puede asegurar que sean los responsables, ya que no se han medido los niveles de los mismos en el suelo.

En INIASG se observó que la mayor implantación se dio en la fecha más tardía, momento en el que se estarían dando temperaturas más bajas. El suelo de INIASG presenta características diferentes a EEFAS, por ser su textura arenosa tiene menor capacidad de retención de agua, y mayor temperatura. Una explicación a esta mayor implantación puede ser una mejor disponibilidad de agua para la semilla, ya que en la fecha más temprana hubo mayor temperatura, y también mayor demanda atmosférica, lo cual

sumado a la baja capacidad de retener agua que presenta un suelo arenoso provoca una reducción importante del agua disponible.

## Floración

Se observó que en el ensayo de EEFAS el cultivo sin cobertura fue el que más floreció, y no hubo diferencias entre las dos coberturas utilizadas (figura 2). En INIASG se obtuvo la mayor floración en suelos sin coberturas y en suelos con cobertura de avena; el cultivo sobre suelo con cobertura de moha floreció menos que en suelo sin cobertura pero no se diferenció de suelo con avena.

En ambos sitios se observó que la mayor floración se dio en los tratamientos sin cobertura. Según Becker *et al.* (1991), plantas se florecen cuando son expuestas a temperaturas inductivas a la floración y el diámetro de su cuello es mayor a 7mm. Guiñazú (1996), estudiando el efecto de la densidad de plantas en el porcentaje de floración, en ensayos de densidades de siembra de 10 a 24 plantas por metro de surco observó que a mayores densidades, menor fue el porcentaje de floración, este efecto de la densidad es explicado porque a mayor densidad mayor competencia, por lo tanto menor tamaño de planta, no cumpliendo con el tamaño necesario para florecer cuando se exponen a temperaturas entre 0 y 10 °C.

En estos ensayos, si bien el tratamiento sin cobertura presentó mayor implantación, la densidad apenas superó las 10 plantas por metro en algún caso, por lo que no se puede comparar con los resultados obtenidos por Guiñazú (1996), y por lo tanto, estas densidades posiblemente no haya sido un factor determinante en la tasa de floración. El diámetro de cuello no se midió, por lo que no hay argumentos para determinar cuál es el factor que llevó a que en suelo sin cobertura se florezca más que en suelos con cobertura.

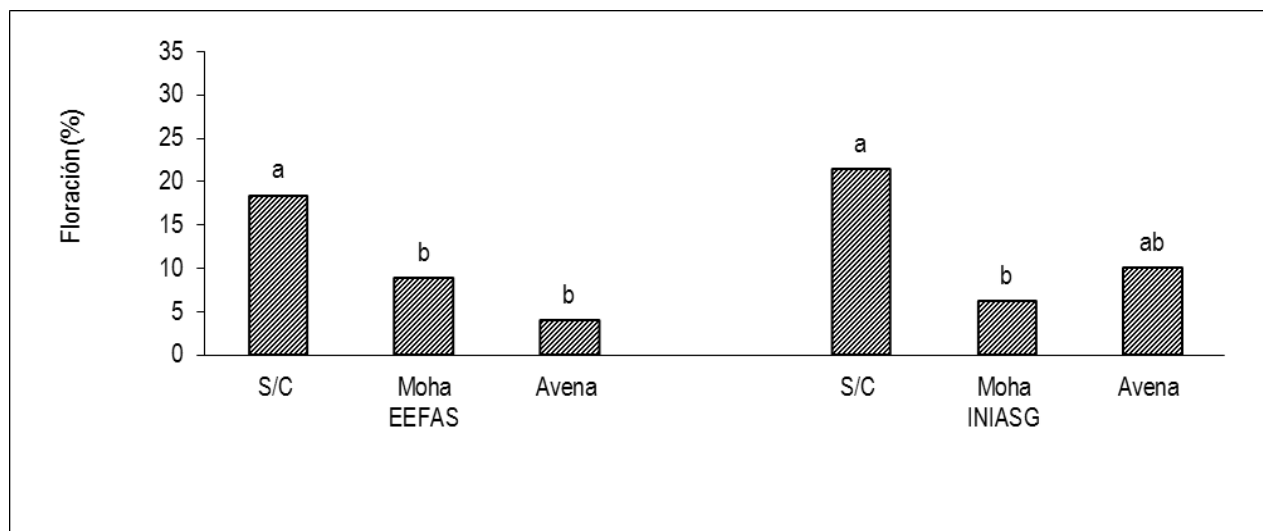


Figura 2. Floración (porcentaje de plantas florecidas sobre plantas cosechadas) en dos sitios para diferentes coberturas.

\*Medias dentro de cada sitio con letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

En EEFAS la fecha de siembra que produjo mayor floración fue 26 de marzo, y no hubo diferencias entre las restantes fechas. En INIASG la mayor floración se produjo con la fecha más temprana, pero fue disminuyendo cuanto más tardía fue la fecha de siembra (figura 3).

En ambos sitios se observó que sembrando en la fecha más temprana se produjo mayor floración, coincidiendo con los resultados obtenidos por Boyhan et al. (2008). Según Becker et al. (1991) si la fecha de siembra es temprana se logran las condiciones de tamaño de planta en el momento de temperaturas más bajas. Guiñazú (1996) explica también que la floración es mayor en fechas de siembra más tempranas, pero el tamaño de planta mínimo para que la planta sea receptiva al frío varía según el cultivar, y a su vez el requerimiento de vernalización también varía con el cultivar.

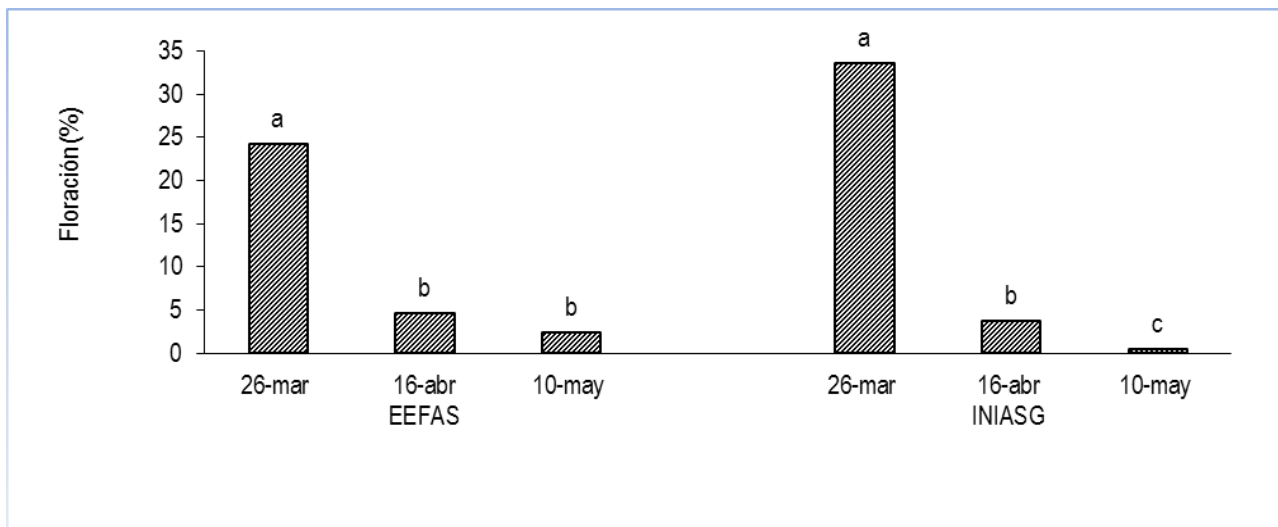


Figura 3. Floración (porcentaje de plantas florecidas sobre plantas cosechadas) en dos sitios para diferentes fechas de siembra.

\*Medias dentro de cada sitio seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

### Rendimiento comercial y sus componentes

Se observó un comportamiento en rendimiento muy similar al visto en implantación, en ambos sitios el mayor rendimiento se dio en siembra sobre suelo sin cobertura (Figura 4), donde se obtuvo la mayor implantación. En INIASG no hubo diferencias entre las dos coberturas y en EEFAS se observó que el suelo



cubierto con moha presentó mayor rendimiento que avena. La implantación lograda nos indica cual es la densidad final del cultivo. Gabrielly *et al.* (2014) trabajando con diferentes densidades, desde 400000 a 1200000 plantas ha<sup>-1</sup> obtuvo que a mayor densidad, mayor es el rendimiento. Menezes y Vieira (2012), probaron densidades de 200000 a 600000 plantas ha<sup>-1</sup> y también obtuvieron que a mayor densidad mayor es el rendimiento y menor el diámetro de bulbo, coincidiendo con estos resultados.

En cuanto a la fecha de siembra los mayores rendimientos en INIASG se dan en la fecha más tardía sin observarse diferencias en las dos primeras fechas de siembra. En EEFAS se observa que las fechas más tempranas son las que producen mejores rendimientos, coincidiendo también con los resultados de implantación.

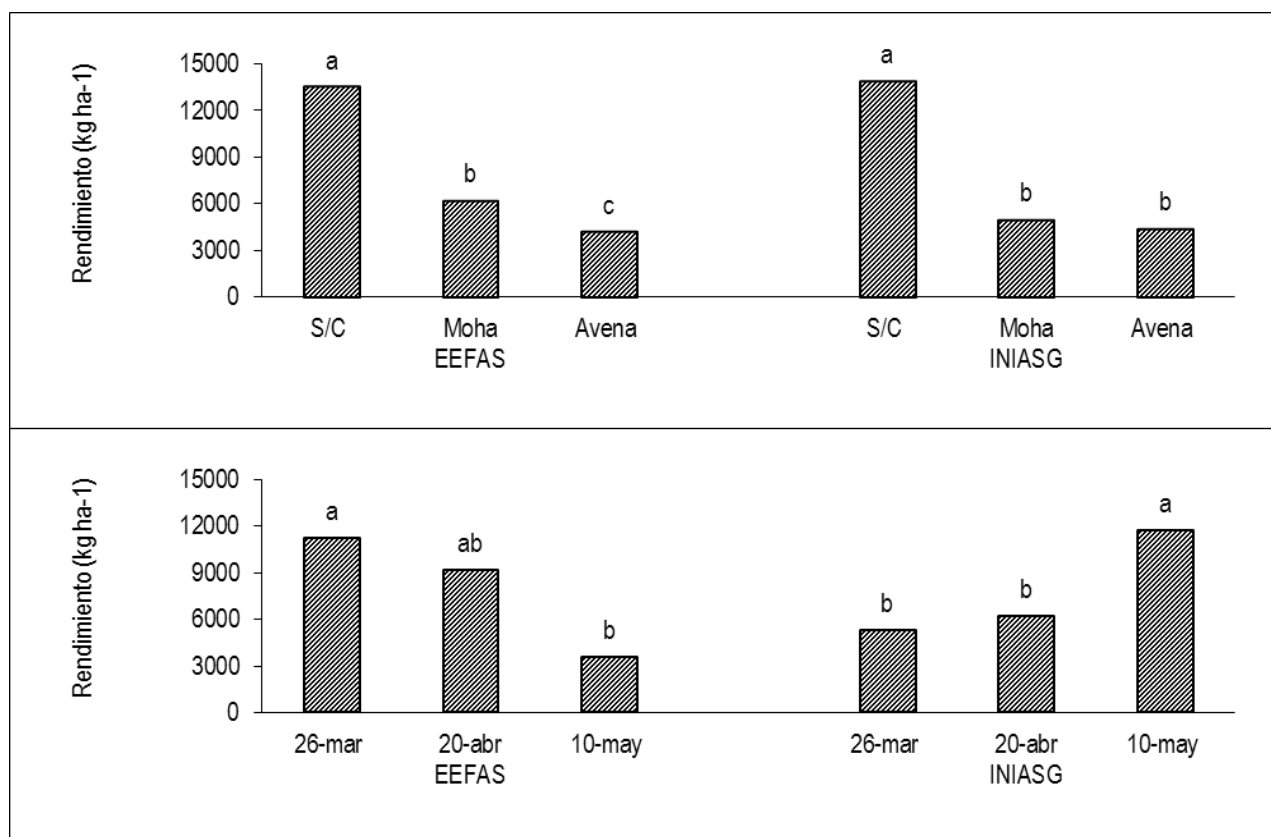


Figura 4. Rendimiento en los dos sitios para los factores cobertura y fecha de siembra en kg ha<sup>-1</sup>. Año 2013.

\*Medias dentro de cada sitio seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob. F<0,05).

Respecto al número de bulbos comerciales (figura 5) se observó (para el factor cobertura) que el rendimiento y el número de bulbos están relacionados, ya que los mayores rendimientos se produjeron con los tratamientos que obtuvieron mayor número de bulbos. En cuanto a fecha de siembra, se observó que

en EEFAS la fecha más temprana es la que presentó mayor rendimiento, pero no es la que presentó mayor número de bulbos. En esta fecha se obtuvo mayor implantación, pero no todos los bulbos llegaron a ser comerciales. Como se observó en floración, la primera fecha de siembra también fue la que presentó mayor floración, explicando esta reducción en el número de bulbos comerciales.

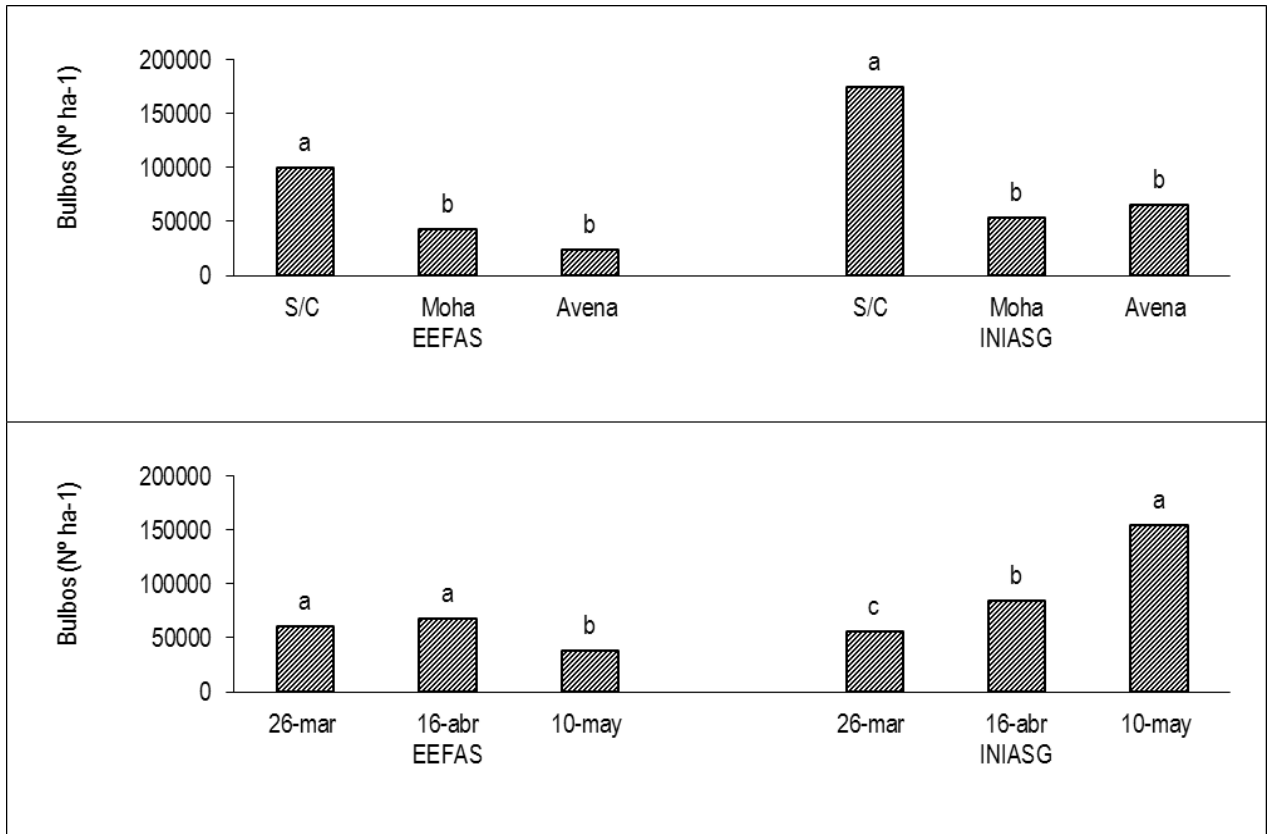


Figura 5. Número de bulbos comerciales en los dos sitios para los factores cobertura y fecha de siembra. \*Medias dentro de cada sitio seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

En ambos sitios no se observaron diferencias en peso de los bulbos entre las coberturas utilizadas (figura 6).

Si se observa el efecto de la fecha de siembra, en EEFAS, con la fecha de siembra más temprana se observó mayor peso promedio, en las restantes fechas no hubo diferencias. En INIASG se observó el mismo resultado (Figura 6). En EEFAS coincidió que las fechas donde se dio mayor peso promedio también tuvieron mayor rendimiento. En INIASG el mayor peso promedio fue en la fecha más temprana, en la cual se registró el menor rendimiento.

Según Brewster, (2008) cuanto mayor es la duración del ciclo, mayor es el rendimiento, ya que permite un mayor período de crecimiento, y por lo tanto mayor tamaño de bulbo, lo que explica porque el mayor peso promedio cuando se siembra más temprano.

Gabrielly et al. (2014) Menezes y Vieira (2012) obtuvieron que a mayor densidad menor es el peso fresco de los bulbos. Estos resultados no coinciden con los obtenidos en estos ensayos. Seguramente porque las densidades obtenidas han sido bajas, la mayor densidad en EEFAS fue de 122500 plantas ha<sup>-1</sup> y en INIASG 267500 plantas ha<sup>-1</sup>, lo cual no es comparable con las densidades utilizados por otros investigadores.

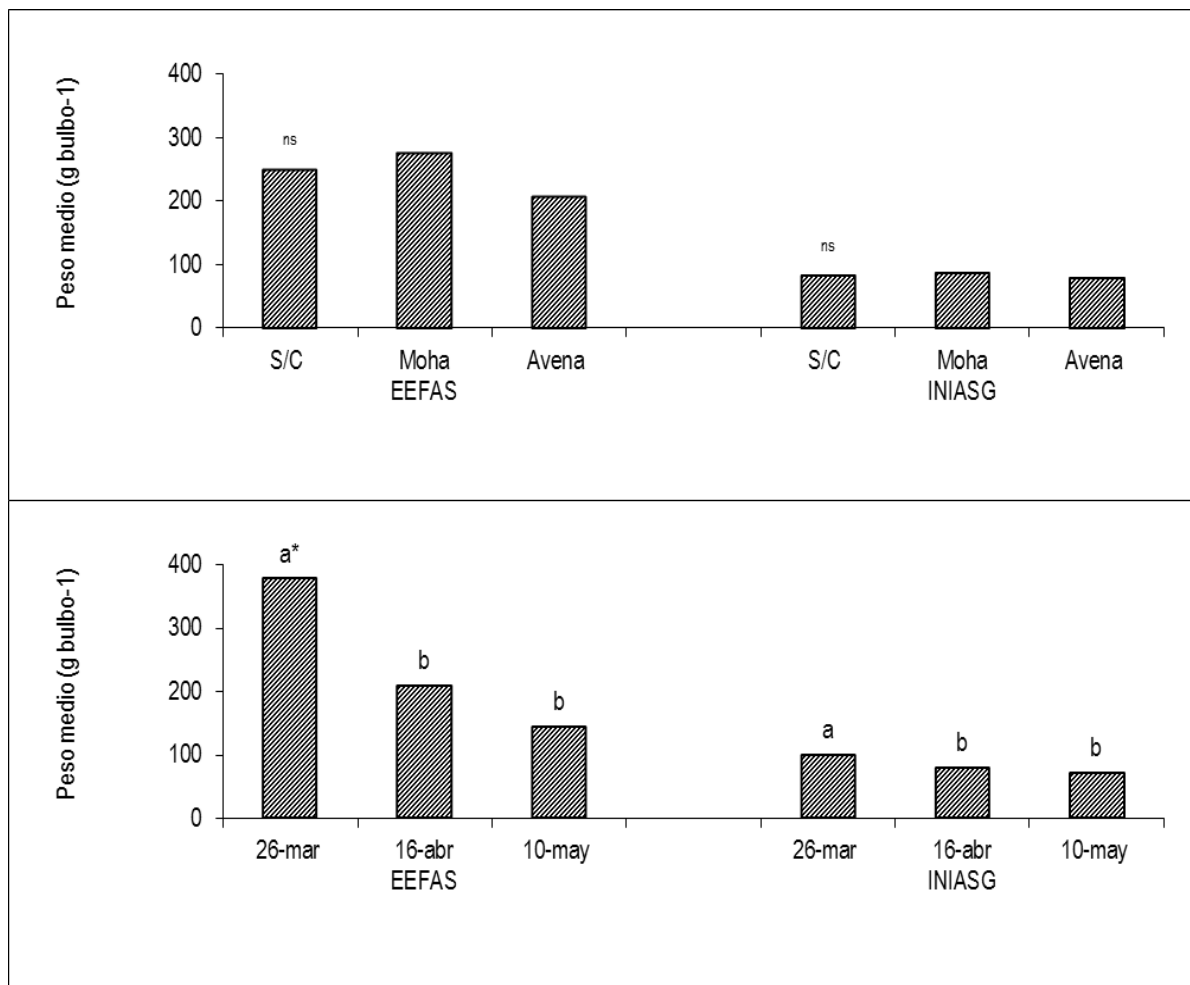


Figura 6. Peso medio de los bulbos en los dos sitios para los factores cobertura y fecha de siembra.

\*Medias dentro de cada sitio seguidas por letras iguales no difieren significativamente (prob.  $F < 0,05$ ).

<sup>ns</sup> Sin diferencias estadísticamente significativas.

El rendimiento está afectado por dos componentes, número de bulbos comerciales y peso promedio de los mismos. En EEFAS cuando se sembró el 26 de marzo hubo mayor implantación, pero el número de bulbos comerciales fue menor, porque se floreció un porcentaje alto de los bulbos. De todas formas el peso de los bulbos fue alto, logrando así el mayor rendimiento en esa fecha.

En INIASG se observó que el mayor peso de los bulbos se dio cuando se sembró en la fecha más temprana, pero el mayor rendimiento se dio en la fecha más tardía, dado que se obtuvo un mayor número de bulbos.

## **Conclusiones**

La utilización de cultivos de cobertura de moha y avena produjo disminución en la implantación y el rendimiento del cultivo de cebolla en siembra directa.

No se observaron interacciones entre los dos cultivos de cobertura evaluados y la fecha de siembra en ninguno de los dos ensayos.

El efecto de la fecha de siembra no fue claro, ya que el comportamiento fue diferente entre los dos sitios, más allá de que en ambos el porcentaje de floración en la fecha de siembra más temprana fue mayor.

Para realizar siembra directa de cebolla sobre coberturas es necesario ajustar el método utilizado, para evitar probables efectos depresores de la cobertura.

## **Bibliografía.**

**Adetunji I. A.** 1994. Response of onion to soil solarization and organic mulching in semi-arid tropics. *Scientia Horticulturae*, 60: 161-166.

**Arboleya J.** 2005. Manejo del cultivo. En: *Tecnología para la producción de cebolla*. Ed. Arboleya, J. Boletín de divulgación 88. Montevideo. INIA. pp. 43-74.

**Becker C, De carli De chiare G, Dughetti A, García C, López A, Sánchez R.** 1991. El cultivo de cebolla en el valle bonaerense del río colorado. Buenos aires. Unidad de comunicaciones de Bahía Blanca. 30 p.

**Bettolli M, Altamirano M, Cruz G, Rudorff F, Martínez A, Arroyo J, Armoa J.** 2010. Pastura natural de Salto (Uruguay): relación con la variabilidad climática y análisis de contextos futuros de cambio climático. *Revista Brasileira de Meteorología*, 25 (2): 248– 259.

**Boyhan G, Diaz J, Hodkins C, Torrance R, Randy C.** 2008. Direct Seeding Short-day Onions in Southeastern Georgia. *Horttechnology*, 18 (3): 349 – 355.

**Brewster J.** 2008. Onions and other vegetable alliums. Wallingford. CABI. 454p.

**Brunel N, Seguel S.** 2011. Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur*, 39 (1): 1-12

**Cogo N, Moldenhauer W, Foster G.** 1984. Soil loss reductions from conservation tillage practices. *Soil Science Society American Journal*, 48: 368-373.

**Doria J.** 2009. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31 (1): 74- 85.

**Fálico L, Visintin G, García B, Alcaraz E.** 2007. Implantación de soja con microorganismos biocontroladores. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 35:197- 217.

**FAO.** 2014. FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística). Base de datos estadísticos. En línea. Consultado en agosto de 2016. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>.

**FAO.** 2009. FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Dirección de Estadística). Base de datos estadísticos. En línea. Consultado en agosto de 2016. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>.

**Gabrielly H, Leilson G, Renan P, Saulo M, Valdívía F, Rayanne M.** 2014. Produção de cebola cultivada sob diferentes densidades de plantio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (7): 682– 687.

**Guiñazú M.** 1996. Factores de manejo que afectan la floración en cultivos de cebolla (*Allium cepa* L.) *Avances en Horticultura*, 1(1): 1- 9.

**Holder C, Brown K.** 1974. Evaluation of simulated seedling emergence through rainfall induced soil crust. Soil Science American Journal, 38: 705- 710.

**McIntyre D.D.** 1957. Permeability measurements of soil crust formed by raindrop impact. Soil Science Society American Journal, 85: 188-189.

**Medrano A, Ortuño N.** 2007. Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba – Bolivia. Acta nova, 3 (4): 660 – 679.

**Menezes F, Vieira J.** 2012. Produção da cebolla em função da densidade de plantas. Horticultura Brasileira, 30: 733-739.

**MERCOSUR (Mercado común del sur). Grupo mercado común.** 1994. Resolución 74/93. Identidad y calidad de la cebolla. En línea. Consultado en diciembre de 2016. Disponible en: [http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r\\_gmc\\_74-93.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_74-93.pdf)

**MGAP/DIEA (Dirección de Estadísticas Agropecuarias – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca).** 2014. Anuario estadístico agropecuario 2013. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuestas\\_hortícolas\\_2013\\_-\\_zonas\\_sur\\_y\\_litoral\\_norte\\_no\\_318.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuestas_hortícolas_2013_-_zonas_sur_y_litoral_norte_no_318.pdf)

**Oliveira F, Guerra J, Almeida D, Ribeiro R, Espindola J, Ricci M, Ceddía M.** 2008. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. Horticultura Brasileira, 26: 216-220

**Olivet J.** 2005. Mecanización de la siembra en el cultivo de cebolla. En: Tecnología para la producción de cebolla. Ed. Arbolea, J. Boletín de divulgación 88. Montevideo. INIA. pp. 88-92.

**Pérez Nieto J, Valdes Valerde E, Ordaz Chaparro V,** 2012. Cobertura vegetal y erosión del suelo en sistemas agroforestales de café bajo sombra. Tierra Latinoamericana, 30 (3): 249-259.

**Regüés D, Torri D.** 2002. Efecto de la energía cinética de la lluvia sobre la dinámica de las propiedades físicas y el encostramiento en un suelo arcilloso sin vegetación. Cuaternario y geomorfología, 16 (1-4): 57-71.

**Resende FV, Souza LS, Oliveira PS, Ronan G.** 2005. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(1): 100-105

**Santos SS, Espíndola JAA, Guerra JGM, Leal MAA, Ribeiro RLD.** 2012. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. *Horticultura Brasileira*, 30 (3): 549-552.

**Wang G, Ngouajio M, McGiffen Jr M, Hutchinson C.** 2008. Summer Cover Crop and In-season Management System Affect Growth and Yield of Lettuce and Cantaloupe. *HortScience*, 43(5):1398–1403.