

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE SEMILLA UTILIZADA EN LA  
SIEMBRA DIRECTA DE CEBOLLA**

**por**

**Mateo TORIÑO MARTÍNEZ**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2019**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Sebastián Peluffo Fourment

-----  
Ing. Agr. Dr.Sc. MSc. Jorge Arboleya Dufour

-----  
Ing. Agr. MSc. Guillermo Galván Vivero

Fecha: 03 de abril de 2019

Autor:

-----  
Mateo Toriño Martínez

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, compañeros y amigos, los cual me han apoyado y motivado a seguir adelante durante toda la carrera, y también en muchas instancias ayudaron de una manera u otra en la realización de diferentes trabajos.

A mi tutor Sebastián Peluffo, por el compromiso, disposición e interés asumida a lo largo de toda la realización de este trabajo, tanto en la parte práctica como en la de escritorio.

Al Centro Regional Sur por permitir la realización de esta investigación y la utilización de las instalaciones para el desarrollo de la misma, así como también al personal que fue de gran ayuda en la realización de trabajos en laboratorio y campo.

A Mónica Cadenazzi por la orientación y ayuda proporcionada en el área estadística.

A los directores de la tesis Guillermo Galván y Jorge Arboleya quienes ayudaron con su conocimiento y experiencia en la elaboración del trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. OBJETIVO .....	2
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>3</b>
2.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE SEMILLA UTILIZADA .....	3
2.1.1. <u>Calidad de semilla en el cultivo de cebolla</u> .....	3
2.1.2. <u>Importancia de la calidad de semilla en la siembra directa del cultivo</u> .....	5
2.2. ANTECEDENTES EN SIEMBRA DIRECTA .....	6
2.2.1. <u>Siembra mecánica del cultivo</u> .....	6
2.2.2. <u>Densidad de siembra y stand de plantas</u> .....	7
2.2.3. <u>Siembra sobre rastrojos y en mínimo laboreo</u> .....	8
2.2.4. <u>Solarización</u> .....	8
2.2.5. <u>Época de siembra</u> .....	8
2.3. CONSERVACIÓN POS COSECHA DE BULBOS.....	9
2.4. HIPÓTESIS AGRONÓMICAS .....	9
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
3.1. MODELO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS .....	10
3.1.1. <u>Modelo e hipótesis estadísticas</u> .....	10
3.1.2. <u>Método de análisis</u> .....	11
3.2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO PREVIO EN LABORATORIO.....	11
3.2.1 <u>Generación de sublotos de semillas (tratamientos)</u> .....	11
3.2.2. <u>Determinación de atributos físicos de las semillas</u> .....	12
3.2.2.1 <u>Peso volumétrico de la semilla</u> .....	12
3.2.2.2. <u>Peso de mil semillas</u> .....	12

3.2.2.3. Pureza física .....	12
3.2.3. <u>Evaluación de atributos fisiológicos de las semillas</u> .....	14
3.2.3.1. Poder germinativo y vigor de la semilla .....	14
3.3. <u>DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO A CAMPO</u> .....	15
3.3.1 <u>Manejo del ensayo</u> .....	15
3.3.1.1 Manejo previo al cultivo .....	15
3.3.1.2 Manejo del cultivo.....	16
3.3.2. <u>Diseño del ensayo a campo</u> .....	17
3.3.3. <u>Evaluaciones realizadas a campo</u> .....	18
3.3.3.1 Evaluación de plántulas emergidas en almácigo de prueba (A.P) .....	18
3.3.3.2. Evaluación comparativa de las plántulas del AP y del campo.....	18
3.3.3.3. Implantación del cultivo.....	19
3.3.3.4. Evaluación del crecimiento y desarrollo de plantas en el cultivo .....	19
3.3.3.5. Stand de plantas en el cultivo.....	20
3.3.4 <u>Variables evaluadas luego de cosecha</u> .....	20
3.3.4.1. Rendimiento total .....	20
3.3.4.2. Rendimiento comercial .....	21
3.3.4.3. Descarte.....	21
3.3.4.4. Conservación.....	21
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	22
4.1. <u>EVALUACIONES EN ALMÁCIGO DE PRUEBA Y CULTIVO</u> .....	22
4.1.1 <u>Emergencia de plántulas a los 21 y 29 dds</u> .....	22
4.1.2. <u>Proporción de plántulas en estado de hoja bandera a 29 dds</u> .....	23
4.1.3. <u>Porcentaje y peso de plantas “aptas” para trasplante a los 95 dds</u> .....	24
4.2. <u>PARÁMETROS EVALUADOS EN EL CULTIVO</u> .....	25
4.2.1 <u>Implantación a los 35dds</u> .....	25
4.2.2. <u>Desarrollo de las plantas a los 49 dds</u> .....	26
4.2.3. <u>Desarrollo del cultivo a los 152 dds</u> .....	27

4.2.4. <u>Evolución del stand de plantas</u> .....	29
4.2.5. <u>Vuelco y plantas florecidas en cosecha, 182 dds</u> .....	32
4.3. <u>EVALUACIONES LUEGO DE COSECHA</u> .....	33
4.3.1. <u>Rendimiento total, comercial y descarte</u> .....	33
4.4. <u>CONSERVACIÓN DE BULBOS EN GALPÓN</u> .....	37
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	39
6. <u>RESUMEN</u> .....	40
7. <u>SUMMARY</u> .....	41
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	42

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Peso volumétrico, peso de mil semillas y pureza física, para cada lote y categoría de semilla.....	13
2. Vigor y germinación en laboratorio para cada lote y categoría de semilla.....	15
3. Análisis químico del suelo utilizado en el ensayo a campo.....	15
4. Emergencia de plántulas en el almácigo prueba y en el cultivo, a los 21 y 29 dds (%) promedio para cada lote y promedio para cada categoría.....	21
5. Porcentaje de plantas en estado de hoja bandera en almácigo y cultivo a los 29 dds, promedio para cada lote y promedio para cada categoría.....	22
6. Porcentaje de plantas aptas para trasplante y peso promedio de plantas aptas para trasplante en almácigo de prueba y cultivo, según lote y según categoría de semilla a los 95 dds (19/9).....	24
7. Índice de fallas, múltiples, calidad de alimentación y coeficiente de variación, a los 35 dds (21/7), según lote y según categoría.....	25
8. Porcentaje de de plántulas para cada estado de desarrollo* (según escala de 1 a 6) en el cultivo a los 49 dds, promedio, según lote y según categoría.....	26
9. Peso total de planta, índice de bulbificación, área foliar por planta e índice de área foliar promedio para cada lote y promedio para cada categoría a los 152 dds.....	27
10. Stand de plantas en el cultivo a los 95, 159 y 182 dds.....	28
11. Plantas volcadas (%) por parcela y plantas florecidas (%) por parcela, según cada lote y según cada categoría.....	31
12. Rendimiento total, comercial y de descarte, según lote y según categoría...	33
13. Rendimiento total, comercial y descarte, según tratamiento.....	34
14. Rendimiento comercial por hectárea para los calibres de bulbos de 4 a 5 cm, 5 a 7cm, 7 a 9cm y mayor a 9, según lote y según categoría de semilla.....	35
15. Rendimiento comercial por hectárea para la fracción de bulbos de mayor valor comercial y para la proporción sobre el rendimiento total, según lote, y según categoría.....	36
16. Rendimiento comercial de bulbos conservados y proporción de rendimiento	

conservado al 21 de agosto, según lote y según categoría.....	37
---------------------------------------------------------------	----

Figura No.

1. Mesa gravimétrica marca Zampronio modelo DZ-5.....	12
2. Evaluación de atributos físicos de semillas en laboratorio.....	13
3. Prueba de vigor y germinación en laboratorio.....	14
4. Diagrama del ensayo con la asignación de tratamientos en el ensayo.....	17
5. Vista del ensayo a campo luego de realizar la siembra.....	17
6. Escala utilizada para evaluar el desarrollo de las plantas a los 49 dds.....	19
7. Muestreo destructivo de plantas a los 152 dds.....	19
8. Porcentaje de plantas en estado de hoja bandera en almácigo para cada lote y categoría a los 29 dds.....	23
9. Referencia de las partes de la planta de cebolla.....	27
10. Vista general de la evolución del cultivo.....	29
11. Evolución del stand de plantas por hectárea, para cada lote y tamaño de semilla, desde emergencia a cosecha del cultivo.....	30
12. Porcentaje de la población teórica para cada lote y categoría de semilla a los 182 dds en cosecha.....	31
13. Vista general de una parcela en la cosecha.....	32
14. Clasificación y pesado de bulbos para determinación de rendimientos.....	34

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la instalación del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) se realiza mediante tres métodos diferentes de plantación: 1) siembra en almácigo y trasplante de plantín, 2) siembra directa de semilla, y 3) plantación mediante bulbillos. La elección del método para cada región productora depende principalmente de las condiciones climáticas, tipo de suelo, disponibilidad de tecnología y escala de producción.

En Uruguay, la cebolla es el segundo rubro hortícola en volumen de producción y en número de productores involucrados, sin incluir a la papa. El método tradicional y ampliamente utilizado es el trasplante manual mediante plantín debido a que las explotaciones por lo general son familiares con un tamaño promedio de 0,96 ha (MGAP. DIEA, 2013). Las zonas de producción se diferencian principalmente en zona sur y zona norte. En la zona norte se cultivan mayormente variedades de día corto y día intermedio, con cosecha en setiembre y octubre con destino principalmente a la comercialización temprana. En la zona sur predominan variedades de día intermedio y largo, con cosecha en diciembre y enero con destino mayoritario de almacenamiento y posterior comercialización durante otoño, invierno y principio de primavera.

La dificultad del manejo manual y tradicional en cultivos hortícolas a nivel mundial, ya se ha planteado por algunos autores en las últimas décadas; "*Las técnicas tradicionales de cultivo de hortalizas requieren el uso intensivo de mano de obra, que cada día se hace más difícil de satisfacer. Los actuales sistemas de cultivo deben ser reemplazados paulatinamente por manejos mecanizados que aseguren la ejecución de las prácticas de cultivo en forma oportuna y en base de una imprescindible programación. La participación en éste proceso implica necesariamente la capacitación de mano de obra especializada y la adquisición de maquinaria específica. La mecanización tiene como objetivo disminuir costos operativos y aumentar el nivel tecnológico de los cultivos hortícolas eliminando tareas de uso intensivo de mano de obra como almácigo y trasplante*" (Del Monte, 1981).

En Uruguay, desde 1990 aproximadamente se están realizando investigaciones en el sistema de siembra directa, pero no fue hasta estos últimos años que con motivo de la disminución en la disponibilidad de mano de obra especializada y el encarecimiento de la misma, que se ha motivado el surgimiento de la misma por parte de algunos productores como opción de manejo ya que el sistema de siembra directa utiliza menos mano de obra comparado con el sistema tradicional de trasplante manual.

De acuerdo a experiencias nacionales en la implementación de la siembra directa, se han observado problemas de baja implantación debido a pérdida de plantas en las etapas tempranas del cultivo. Lo que ha contribuido a la generación de conocimiento sobre las características requeridas de sembradoras y condiciones de suelo para mejorar

la implantación (Berrueta et al., 2015). También el mismo autor evaluó la influencia de la fecha de siembra y densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo.

La calidad de la semilla a utilizar es aún más importante que en el caso de cultivos instalados mediante almácigo y trasplante, ya que en la siembra directa no siempre se realiza una preparación de la cama de siembra adecuada, ni se tiene un sistema de riego intensivo como en el caso de los almácigos. Hasta el momento, en el país no se ha investigado la influencia de la calidad de la semilla utilizada en la siembra directa, sobre la implantación, desarrollo y rendimiento. Los resultados obtenidos en ensayos evaluando otras prácticas de manejo, así como observaciones de técnicos y productores en predios comerciales, sugieren la importancia de conocer y determinar en mejor forma las características de la semilla utilizada, para poder realizar una mejor evaluación de la implementación de la siembra directa y ajustes a tener en cuenta para mejorar la implantación.

Cuantificar el efecto de diferentes lotes y los atributos de calidad de las semillas empleadas contribuiría a mejorar el desempeño de la siembra directa, el manejo y rendimiento comercial. Por otra parte aportaría información técnica a consumidores y productores de semillas sobre los atributos y características de las semillas asociadas a un mejor resultado productivo.

### 1.1. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la calidad de la semilla utilizada, sobre la implantación, desarrollo, rendimiento y conservación del cultivo de cebolla en siembra directa en el cultivar Pantanoso del Sauce CRS.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE SEMILLA UTILIZADA

#### 2.1.1. Calidad de semilla en el cultivo de cebolla

La utilización de semilla de buena calidad es uno de los principales factores para obtener una buena implantación y uniformidad del cultivo, y por lo tanto una buena cosecha.

La semilla como órgano viviente tiene una longevidad variable. Con el tiempo pierden su capacidad germinativa, pero esto depende de las condiciones en que hayan sido cosechadas y conservadas. Los mayores valores de germinación se obtienen cuando la semilla es cosechada en condiciones óptimas de madurez y son bien conservadas (Laumonnier, 1962).

La semilla de cebolla pierde rápidamente su viabilidad después de la cosecha, en comparación con otras especies hortícolas. Según Riekels et al. (1976), el porcentaje de germinación, velocidad de germinación, longitud de plántula y peso fresco fueron mayores en lotes de semillas almacenados durante uno o dos años en comparación con los almacenados durante tres o cuatro años. Como consecuencia se recomienda utilizar semilla nueva de muy buena calidad.

Conocer la calidad de semilla de cebolla previo a la siembra es un aspecto clave para lograr una buena implantación. En los análisis de laboratorio la calidad de la semilla está definida básicamente por la pureza de la muestra, el peso unitario de la semilla y el porcentaje de plántulas normales expresado como Poder Germinativo (PG). El PG es el parámetro más sensible e importante para lograr establecer un cultivo rentable. En los análisis de germinación que se realizan en el laboratorio, las semillas se evalúan en condiciones óptimas de temperatura, humedad y luz. De esta forma el comportamiento de las semillas en la cama de siembra dependerá no solo de su PG, sino también de la eficiencia de siembra y las condiciones ambientales, entre otros factores (Renzi y Reinoso, 2017).

En siembra directa es importante utilizar semilla de cebolla con valores de PG superiores a 70 y 80%, dependiendo del sistema y dosis de siembra, como punto de partida para incrementar las posibilidades de mejorar la eficiencia en la implantación y la productividad del cultivo. La utilización de semilla con un valor de germinación menor al 70%, utilizando una mayor dosis de siembra ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) puede afectar notoriamente la uniformidad de distribución y reducir significativamente el rendimiento final (Renzi y Reinoso, 2017).

En Uruguay la semilla de cebolla para ser comercializada legalmente debe cumplir con los requisitos establecidos en el estándar específico para la producción y comercialización de semilla de cebolla, pautado por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Debe tener un mínimo de 75% de germinación, 98% mínimo de semilla pura, material inerte menor a 2%, presencia de otras semillas menor a 1% y ausencia del nematodo del tallo, *Ditlenchus dipsaci*.

Varios autores mencionan al “tamaño de la semilla” como factor de gran influencia en el desarrollo de las plantas y el cultivo. Según Gabriel et al. (1997) el tamaño de la semilla utilizada se correlaciona positivamente con la productividad y la calidad del cultivo de cebolla, el poder germinativo aumenta linealmente con el diámetro de la semilla. Al comparar la germinación de un lote original sin clasificar, respecto a la fracción de semilla grande del mismo lote, se observó un aumento de 46% a 64%. Observaciones similares fueron realizadas por Gamiely et al. (1990).

Otro trabajo de los mismos autores (Gabriel y Del Monte, 1988) evaluando diferentes calibres de semilla, observó con diferencias significativas que a calibres de semilla más grandes aumentaban el poder germinativo, emergencia y vigor de las plantas.

Según Laynez-Garsaball et al. (2007), semillas de mayor tamaño producen plántulas con mayor desarrollo vegetativo respecto a las provenientes de semillas pequeñas, en condiciones de humedad adecuada. Ello debido a que las semillas más grandes tienen un mayor tamaño de embrión y mayor reserva de energía disponible para iniciar el crecimiento.

En el método de siembra con trasplante la calidad de semilla empleada también tiene importancia en el rendimiento de los almácigos y calidad del cultivo. Según Arbolea (2005) cuando se trabaja con almácigos, una parte importante de las semillas sembradas, no llegan a producir plantines aptos para el trasplante. En trasplante es normal considerar que cuando se plantan 4 g/m<sup>2</sup> (aproximadamente 1.000 a 1200 semillas) se puedan obtener de 600 a 800 plantines de buena calidad.

Bajo un sistema de cultivo almácigo-trasplante y riego por goteo se constató que la población inicial de plantas, desde el trasplante a la cosecha, se redujo entre 1,5 y 7,9 % en promedio del ensayo (Lipinski et al., 2002).

En Uruguay, con el cultivar Pantanoso del Sauce CRS, mediante el método de almácigo-trasplante, se llega a cosecha, en promedio, con un 10 a 15% menos de las plantas que fueron trasplantadas, habiendo variaciones según calidad de trasplante, clima, calidad de plantín, entre otras. En relación al total de plantas trasplantadas, en promedio un 77% de las mismas llegan a ser bulbos comerciales (Peluffo et al., 2013).

### 2.1.2. Importancia de la calidad de semilla en la siembra directa del cultivo

La siembra directa, constituye la siembra en el lugar definitivo para el desarrollo del cultivo, es el sistema de producción más extendido en los países de mayor producción de cebolla.

El establecimiento del cultivo es uno de los principales problemas en la producción de cebolla en siembra directa debido al lento crecimiento y baja competencia en las primeras etapas. Según Rabinowich et al. (1990), semillas pequeñas deben ser sembradas a menor profundidad que semillas más grandes, y debe mantenerse la humedad a esta profundidad hasta la germinación. La semilla de cebolla sembrada en otoño e invierno requiere, dependiendo de las condiciones, de 10 a 40 días para germinar en ese período, y el encostramiento de la superficie del suelo puede dificultar la emergencia.

La utilización de semillas de buena calidad se considera esencial en el éxito del cultivo de cebolla, así, semillas con mayor porcentaje de germinación determinan una mayor implantación del cultivo. Semillas con un poder germinativo de 97% lograron implantación de 88%; mientras que cuando el poder germinativo fue 90% y 72%, la implantación fue 73% y 49% respectivamente (Luayza et al., 1984).

Según Laumonnier (1962), lo más usual para medir la calidad de un lote de semilla comercial es el porcentaje de germinación o sea semillas germinadas a los 15 días de colocadas en la cámara de germinación. Este parámetro no explica correctamente lo que sucede a campo. El parámetro que tiene mayor utilidad es la energía germinativa, evaluada como "la proporción de semillas germinadas completamente a los seis días". Esta variable tiene una alta correlación con lo que sucede a posteriori en el campo.

Renzi et al. (2016) observaron que semillas de cebolla con valores de PG del orden de 40, 50 o 60%, en las mejores condiciones de campo, sólo lograron emergencias de 14, 25 y 40% respectivamente y el índice de correlación entre ambas variables fue del 90%. Diferencias importantes en el porcentaje de germinación detectadas en laboratorio podrían generar diferencias importantes en el resultado de la germinación a campo.

Según Rodo y Marcos-Filho (2003) el desarrollo inicial de la planta, medido mediante su altura y la acumulación de materia seca, fue influenciado por el vigor de la semilla, pero estos efectos no persistieron durante el posterior crecimiento vegetativo y el rendimiento no fue afectado por el vigor de la semilla. Por lo tanto, concluyeron que el uso de lotes de semillas de alto vigor es justificable para asegurar el establecimiento adecuado de los mismos en diferentes condiciones ambientales.

Según Pérez et al. (1999), hay aproximadamente un 20% de pérdidas de plantas entre los días 46 y 77 después de la siembra. Las pérdidas pueden deberse a condiciones de bajas temperaturas del suelo, que provocan enlentecimiento de la germinación y crecimiento de las plántulas. Esto impide un desarrollo homogéneo del cultivo y genera problemas con la aplicación temprana de herbicidas pos emergentes, ya que las plántulas que se encuentren en estados menos avanzados serán más sensibles a los herbicidas.

Según D'Amico et al. (2015) con el objetivo de determinar la influencia de la irregularidad espacial y fenológica del stand de plantas sobre la producción individual y el rendimiento del cultivo de cebolla, el grado de desarrollo inicial de las plántulas repercutió en la supervivencia de las plantas y en su producción. Algo más de la mitad de las plantas emergidas lograron producir un bulbo comercial. La mayor mortandad de plantas y disminución de rendimientos se asoció al bajo nivel de crecimiento inicial.

## 2.2. ANTECEDENTES EN SIEMBRA DIRECTA

### 2.2.1. Siembra mecánica del cultivo

Al comparar diferentes tipos de sembradoras Arboleya (2005) concluyó que las sembradoras neumáticas lograron una mayor precisión respecto a las sembradoras de chorrillo y mecánicas, coincidiendo con las conclusiones de Pérez et al. (1999).

El número de colocaciones perfectas de semillas en sembradoras neumáticas alcanzó 87%, mientras que en las sembradoras mecánicas fue desde 39% (dosificador de correa ahuecada) a 55% (dosificador de cinta perforada). A su vez el coeficiente de variación fue 41 % para las neumáticas y 85% en promedio para las otras sembradoras. Para las sembradoras de chorrillo dada su forma de dosificación no generaron colocaciones perfectas, siendo las colocaciones aceptables entorno al 25 a 40%, y el coeficiente de variación cercano a 100% (Arboleya 2005, INTA 2015).

En cuanto a la profundidad de siembra, la misma está determinada por la naturaleza del suelo y el tamaño de la semilla, generalmente una semilla debe sembrarse a una profundidad equivalente a tres o cuatro veces su diámetro. Esto depende del tipo de suelo, en suelos arcillosos debe ser sembrada a una profundidad menor respecto a suelos arenosos. Una siembra con una profundidad uniforme garantiza una emergencia y desarrollo homogéneo del cultivo (Lamonnier, 1962)

Siembras muy profundas generan problemas de emergencia y siembras muy superficiales tienen problemas debido al déficit hídrico que pudiera ocurrir. Profundidades de 1,5 cm rindieron menos que a 2 y 3 cm de profundidad, lo que indica la conveniencia de siembras a más profundidad (Arboleya, 2005).

Fiedler (1975), evaluó diferentes profundidades de siembra desde 1 a 6 cm y observó que profundidades de 2 a 3 cm se correspondían con el óptimo de emergencia, coincidiendo con los resultados obtenidos por Arboleya (2005).

Los mejores resultados productivos evaluados a través del porcentaje de implantación real y el rendimiento comercial, son alcanzados con trenes de siembra dotados de ruedas compactadoras de la semilla en el fondo del surco o dotados de ruedas compactadoras cóncavas que ejercen presión luego de tapado el surco solo a los costados de la línea de semillas (Arboleya, 2005).

### 2.2.2. Densidad de siembra y stand de plantas

La distribución de plantas y la densidad final del cultivo es uno de los factores que determina el tamaño de bulbos cosechados y la uniformidad de los mismos.

La mejor distribución de plantas en el cultivo se logra cuando la distancia entre planta en la fila es igual a la distancia entre filas. Para plantas de poco crecimiento y sin ramificaciones como la cebolla, la máxima utilización de luz, agua y nutrientes se lograría con ese tipo de distribución (Arboleya, 2005). De todos modos habrá que ajustar esa distribución de acuerdo al tipo de suelo, banco de semillas de malezas presente y si se cuenta o no con riego.

Según Lipinski et al. (2002) el rendimiento total de bulbos de cebolla de día largo, se incrementó en forma lineal con el aumento de densidad hasta 50 plantas  $m^{-2}$  y luego se mantuvo constante. Se obtuvo un rendimiento máximo de 60 t  $ha^{-1}$  con la densidad de plantación de 50 plantas  $m^{-2}$  y manejo de riego por goteo. El peso promedio de los bulbos disminuyó al incrementarse la densidad de plantación.

Según Arboleya (2005), una distancia entre semilla de 8 cm resulta óptima. Distancias superiores disminuyen el rendimiento del cultivo debido a la baja población de plantas, mientras que a distancias menores el rendimiento comercial se ve reducido por una mayor competencia entre plantas y como consecuencia una mayor cantidad de bulbos pequeños.

Falero et al. (2017) compararon densidades de siembra y concluyeron que la densidad de 452.000 semillas  $ha^{-1}$ , en un marco de plantación de 6,13 cm entre plantas, y cinco filas separadas 20 cm y distancia entre canteros de 1,8m, fue la densidad que obtuvo mayor rendimiento en los dos años de evaluación (2015 y 2016), por las mismas razones que las nombradas por Arboleya (2005). El número de plantas cosechadas estuvo en el entorno de 360.000 pl  $ha^{-1}$ .

### 2.2.3. Siembra sobre rastrojos y en mínimo laboreo

La siembra directa sobre rastrojos, debe realizarse 45 días luego de la aplicación de herbicida al abono verde, para evitar efectos perjudiciales sobre la implantación. Según Olivet y Volpi (2015), siembras realizadas luego de 15 días de la aplicación con herbicida al abono verde, respecto a 45 días, produjeron menor implantación del cultivo, siendo 65% y 85% respectivamente. Los autores concluyeron que las siembras con 45 días de reposo después de la eliminación química del abono verde produjeron valores de implantación similares a siembras en suelo sin rastrojo.

Según Gilsanz (2013) en la implantación del cultivo utilizando mínimo laboreo, se han encontrado resultados satisfactorios en cultivos de trasplante, no siendo así cuando se implanta el cultivo mediante siembra directa.

### 2.2.4. Solarización

La técnica de solarización consiste en la colocación de una cobertura hermética utilizando polietileno transparente a los rayos solares, con tratamiento ultravioleta, sobre suelo húmedo durante un período de tiempo determinado (aproximadamente 30 días en verano) previo a la instalación del cultivo. El polietileno transparente permite capturar la energía solar incidente al suelo y así elevar la temperatura por encima de umbrales que determinan la muerte de semillas de malezas, afectando la dinámica de su presencia en el banco de semillas en el suelo (Arboleya et al., 2006).

Berrueta et al. (2015) plantean que la realización de la siembra directa de cebolla sobre canteros solarizados es viable debido a que se logra un buen control de malezas. Se reduce en 42% la utilización de mano de obra en el cultivo y el rendimiento comercial obtenido es similar al método de siembra en almácigos y trasplante.

### 2.2.5. Época de siembra

Berrueta et al. (2017) evaluaron durante tres años, el efecto de la fecha de plantación en siembra directa del cultivar Pantanoso del Sauce CRS. Concluyeron que al atrasar la fecha de siembra desde fin de mayo, fin de junio a fin de julio, el crecimiento y rendimiento del cultivo fue afectado significativamente. Se encontró que fue siempre mayor el rendimiento para la primera fecha de siembra. También se constató en la primera fecha un mayor grado de incidencia de mildiu (*Peronospora destructor*).

### 2.3. CONSERVACIÓN POS COSECHA DE BULBOS

Evaluaciones de conservación del cultivar Pantanoso del Sauce CRS (Peluffo et al., 2013, 2014) indicaron que a fines de agosto a principios de setiembre, los bulbos comerciales a ese momento representaron un 70-80% de los bulbos que se colocaron a conservar, con variaciones entre años.

Según Zaccari y Carballo (2005) se han identificado dos períodos de conservación de cebollas de guarda en condiciones naturales de almacenamiento. En el primer período (febrero-mayo) las principales causas de pérdidas fueron por pudriciones por bacteriosis y por *Botritis allii*, siendo muy variables entre predios y años. Estas pérdidas aumentaron con cosechas muy tardías, cuando se producen daños por manipuleo y cuando ocurren lluvias o alta humedad durante la cosecha y el curado. En un segundo período (junio-agosto) las principales causas de pérdidas se debieron a la brotación, emisión de raíces y en menor medida a pudriciones, carbonilla y deshidratación. El total de defectos graves en ese período alcanzó un 40 a 70% de las cebollas.

### 2.4. HIPÓTESIS AGRONÓMICAS

Las hipótesis con las que se realizó este trabajo de tesis son las siguientes:

- La calidad de la semilla influiría en la implantación, el desarrollo, el rendimiento y la conservación poscosecha del cultivo de cebolla en siembra directa.
- Lotes de semilla con mayor poder germinativo logran mayor implantación, uniformidad de cultivo y rendimiento comercial.
- Lotes de semilla con mayor peso de mil semillas logran mayor implantación, tasa de desarrollo inicial, uniformidad de cultivo y rendimiento comercial.
- Lotes de semilla con mayor variabilidad en el peso de mil semillas, producen cultivos desuniformes en el desarrollo y tamaño de las plantas, afectando el manejo, rendimiento y conservación del cultivo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MODELO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

##### 3.1.1. Modelo e hipótesis estadísticas

Se utilizó un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, en un modelo factorial (2x3) donde,

- Factor lote de semilla se compone de 2 niveles (dos lotes de semilla correspondientes a dos diferentes productores de semilla).
- Factor tamaño de semilla se compone de 3 niveles (Grande, Chica, Sin clasificar) para cada lote de semilla.

Tratamiento	Factor 1 (Lote)	Factor 2 (Categoría)
1	1	Grande
2	1	Chica
3	1	Sin clasificar
4	2	Grande
5	2	Chica
6	2	Sin clasificar

El modelo estadístico es  $Y_{ij} = \mu + P_i + T_j + P_iT_j + E_{ij}$  donde,  $i=1,2$  y  $j=1,2,3$

Y: valor de la variable para ij.

$\mu$ : media general

$P_i$ : efecto relativo para el factor Lote i.

$T_j$ : efecto relativo para el factor tamaño de semilla j.

$P_iT_j$ : efecto de la interacción para ij.

$E_{ij}$ : error experimental para ij.

Se evalúan 3 hipótesis donde,

- $H_0: P_1 = P_2$   
 $H_a: P_1$  diferente a  $P_2$
- $H_0: T_1 = T_2 = T_3$   
 $H_a: \text{al menos un } T \text{ diferente}$
- $H_0: \text{no existe interacción entre } T \text{ y } P$   
 $H_a: \text{existe interacción entre } T \text{ y } P$

### 3.1.2. Método de análisis

Para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico InfoStat, versión 2008. Las variables continuas (ejemplo: rendimiento) fueron analizadas con un análisis de varianza (ANAVA) y las variables discretas (ejemplo: stand de plantas) fueron analizadas mediante la estimación de modelos lineales generalizados mixtos.

El nivel de significancia utilizado fue del 10% ( $p < 0,1$ ). Se escogió dicho valor en base a la variabilidad natural observada en la mayoría de las variables evaluadas en el campo, y a la adicionada por la inclusión del tratamiento testigo, el cual fue heterogéneo en su composición interna, sumado a la variación generada por el factor ambiental.

## 3.2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO PREVIO EN LABORATORIO

### 3.2.1 Generación de sublotos de semillas (tratamientos)

Para generar los tratamientos a evaluar, se utilizó semilla certificada de dos productores de la cooperativa CALSESUR. Ambos lotes fueron elegidos en función del poder germinativo original evaluado en marzo de 2016 por el INASE. El lote 1 con 93% de PG y el lote 2 con 82% de PG.

Posteriormente, cada lote de semilla de ambos productores, fue procesado en una mesa gravimétrica, marca Zampronio modelo DZ-5, con el objetivo de diferenciar sublotos de semilla con diferente peso promedio de semillas. Se establecieron cuatro categorías, la primera categoría presentó la fracción de semilla más pesada y grande del lote. La cuarta categoría la fracción de semilla más chica, semillas chuzas, vacías y restos inertes. La clasificación se realizó hasta obtener aproximadamente 1 kg de cada categoría de modo de poder trabajar luego con las mismas. En este trabajo se utilizaron las categorías 1 (denominándose “Grande”) y 3 (denominándose “Chica”) de cada lote procesado para cada productor. También se incluyó la semilla original de cada productor (denominándose “Sin clasificar”). Las categorías 1 y 3 representaron el 40 % del peso del lote original, correspondiéndose cada una a un 20 % del mismo. Esta relación se dio para los dos lotes.



Figura 1. Mesa gravimétrica marca Zampronio modelo DZ-5.

Posteriormente a la clasificación, y con el objetivo de evaluar y cuantificar los atributos de calidad que hacen a un lote de semillas, se realizaron las determinaciones de laboratorio que se describen seguidamente.

### 3.2.2. Determinación de atributos físicos de las semillas

#### 3.2.2.1 Peso volumétrico de la semilla

Se determinó el peso volumétrico (g/l) para cada tratamiento (lote y categoría de semilla). Para cada tratamiento se midió el peso volumétrico de las semillas empleando una balanza de precisión ( $\pm 0,05$ g) y utilizando una probeta graduada de vidrio de 250ml con una apreciación de 10 ml. Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento, se calculó el valor promedio y desvío estándar (cuadro 1).

#### 3.2.2.2. Peso de mil semillas

Para la evaluación del peso de mil semillas se siguieron las reglas ISTA (2006), y se evaluaron ocho repeticiones de 100 semillas por tratamiento. Se utilizó una balanza de precisión ( $\pm 0,001$ g). Se multiplicó cada peso por diez, y se calculó el valor promedio y desvío estándar (cuadro 1 y figura 2).

#### 3.2.2.3. Pureza física

Se determinó el porcentaje de semilla pura, para cada tratamiento (cuadro 1). Se pesaron 10 gramos de semilla extraídos al azar. Luego de obtenida la muestra de 10

gramos, se separó la fracción de semilla pura por un lado y la materia inerte por otra parte, y se pesaron las dos partes por separado. Se utilizó una balanza de precisión, con una apreciación de 0,001 gramo. El porcentaje de pureza física se calculó como el cociente entre el peso de la semilla pura y peso total de la muestra, por cien (cuadro 1).



Figura 2. Evaluación de atributos físicos de semillas en laboratorio.

Cuadro 1. Peso volumétrico, peso de mil semillas y pureza física para cada lote y categoría de semilla.

Lote	Categoría	Peso volumétrico (g/l)	Peso de 1000 semillas (g)	Pureza física (%)
1	Grande	149,4 ± 3,7	4,26 ± 0,092	100
1	Chica	135,2 ± 1,3	3,85 ± 0,120	100
1	Sin clasificar	141,3 ± 2,0	4,03 ± 0,116	99,7
2	Grande	146,8 ± 0,8	4,18 ± 0,116	100
2	Chica	132,3 ± 1,2	3,73 ± 0,071	99,9
2	Sin clasificar	139,0 ± 1,3	3,91 ± 0,083	99,7

Se registraron diferencias en el peso volumétrico, peso de mil semillas y pureza física, para las categorías y lotes asignadas a los diferentes tratamientos. Existió una tendencia a disminuir el peso volumétrico y el peso de mil semillas de la categoría de semilla Grande, Sin clasificar a la semilla Chica. La categoría de semilla Grande en ambos lotes presentó el mayor valor, superando al valor original en cada lote.

A su vez al comparar cada categoría entre ambos lotes, se observó que el peso volumétrico y el peso de mil semillas fue consistentemente mayores para el lote 1.

### 3.2.3. Evaluación de atributos fisiológicos de las semillas

#### 3.2.3.1. Poder germinativo y vigor de la semilla

En esta prueba se evaluó la germinación y vigor de la semilla para cada lote y categoría. Se siguieron las recomendaciones ISTA (2006), para los test de germinación y vigor. La germinación se determinó mediante el conteo de plántulas normales a los 12 días de colocadas las semillas en cámara de germinación a 20 °C y 12 horas de luz. El vigor se midió mediante el número de plántulas normales a los 6 días. A su vez se cuantificaron a los 12 días el número de plántulas anormales, semillas duras, semillas vacías y semillas podridas. Se realizaron cuatro repeticiones para cada lote y categoría de semillas, se calculó el promedio y desvío estándar (cuadro 2).



Figura 3. Prueba de vigor y germinación en laboratorio

Se registraron diferencias en germinación y vigor, para las categorías y lotes asignadas a los diferentes tratamientos (cuadro 2). Hubo una tendencia a disminuir la germinación y el vigor, desde la categoría de semilla Grande, Sin clasificar a la semilla Chica. La categoría de semilla Grande en ambos lotes presentó el mayor valor para ambas variables, superando al valor original en cada lote.

Cuadro 2. Vigor y germinación en laboratorio para cada lote y categoría de semilla.

Lote	Categoría	Vigor* (%)	Germinación** (%)
1	Grande	45 ±12	91 ±1
1	Chica	34 ±7	86 ±6
1	Sin clasificar	37 ±8	88 ±4
2	Grande	41 ±12	83 ±5
2	Chica	29 ±7	76 ±5
2	Sin clasificar	33 ±8	77 ±5

\* Evaluado como el número de plantas normales a los 6 días

\*\* Evaluado como el número de plantas normales a los 12 días

A su vez al comparar cada categoría entre ambos lotes, se observó que la germinación y el vigor fueron consistentemente mayores para el lote 1.

### 3.3. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO A CAMPO

#### 3.3.1 Manejo del ensayo

##### 3.3.1.1 Manejo previo al cultivo

El ensayo se instaló en el campo experimental del Centro Regional Sur ubicado en la localidad de Progreso, departamento de Canelones (figura 5). El uso anterior del suelo fue pradera de trébol rojo desde abril de 2013 a diciembre de 2015. Posteriormente se laboreó el suelo con excéntrica y rastra. A principios de marzo de 2016 se prepararon los canteros para el ensayo, utilizando encanterador de discos. El 15 de mayo se aplicó glifosato a los canteros a dosis de 5 l/ha. El 8 de junio se pasó rastra a los canteros. Al día siguiente se pasó rotovador a los canteros y posteriormente un rodillo compactador.

Cuadro 3. Análisis químico del suelo utilizado en el ensayo a campo.

pH (H <sub>2</sub> O)	PH (KCl)	MO (%)	P (ppm)	K (meq/100g)
5,9	4,6	2,9	40	0,58

pH en suspensión suelo: agua (H<sub>2</sub>O)/cloruro de potasio (KCl) en relación 1:2,5.  
 materia orgánica (M.O.) según Walkley-Black. fósforo (P) por método Bray No. 1.  
 potasio (K) en acetato de amonio 1 N a pH 7.

### 3.3.1.2 Manejo del cultivo

La siembra se realizó el 16 de junio, utilizando una sembradora neumática Gaspardo, modelo Orieta con 4 cuerpos de siembra. Marco de plantación: 4 filas por cantero, separadas 17 cm, y 8 cm en la fila. El 17 de junio, al otro día de la siembra, se realizó la aplicación de herbicida weedox (pendimetalín) a dosis de producto comercial (PC) de 2,5 l/ha (herbicida pre-emergente). El 16 de agosto, 60 días desde la siembra (dds) se realizó una aplicación de herbicida prodigio (aclonifen) a dosis de PC 0,8 lt/ha de (herbicida selectivo post y pre-emergente). El 22 de agosto (66 dds) se realizó un descompactado y desmalezado de la entre fila de forma manual.

El 23 de agosto se instaló el riego, sistema localizado, con dos cintas de riego por cantero con emisores a 30 cm. El 2 de setiembre (77 dds) se realizó una fertilización con fosfato mono amónico (MAP), dosis 55 kg/ha (6,6 unidades de N y 28,6 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) aplicado por ferti-riego. Ese mismo día se realizó una aplicación de herbicida goal (oxifluorfen) en los caminos entre canteros a dosis de PC 1 l/ha. El 23 de setiembre (98 dds) se realizó la primera fertilización con nitrato de amonio a dosis 71 kg/ha (24 unidades de N). El 11 de octubre se realizó un desmalezado manual, y principal maleza encontrada fue trébol rojo.

El 1 de noviembre (136 dds) se realizó la segunda fertilización con nitrato de amonio, a una dosis de 71 kg/ha (24 unidades de N). El 4 de noviembre se realizó una aplicación de herbicida goal a dosis de PC 0,2 L/ha, y el 10 de noviembre (145 dds) se hizo un desmalezado manual sobre cantero y repase con azada en caminos. El 10 de diciembre se hizo un repase manual de eliminación de malezas sobre cantero, y en los caminos, aplicación de herbicida (paraquat) gramoxone a dosis de PC de 5 l/ha.

Para el control de enfermedades y plagas se realizaron aplicaciones el 24 de agosto con ridomil 1,5 Kg/ha+ mancozeb 1,5 Kg/ha + switch 0,33 Kg/ha, el 5 de octubre con ridomil 1,5 Kg/ha, y el 3 de noviembre con ridomil 1,5 Kg/ha, score 0,16 l/ha, y karate 0,14 l/ha.

La cosecha se realizó el 20 de diciembre. En las parcelas de 2 m marcadas en cada repetición, se arrancaron las cebollas, se descolaron en el campo y fueron almacenadas en galpón en cajones de plástico. Cada parcela fue almacenada en un cajón diferente.

### 3.3.2. Diseño del ensayo a campo

El ensayo constó de 24 canteros de 30 metros de largo, sembrados empleando una sembradora neumática. Cada tratamiento se sembró en un cantero de 30m de largo. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento, cada repetición fue elegida al azar en el ensayo. Las observaciones, evaluaciones no destructivas y determinación del rendimiento se realizaron en parcelas de dos metros de largo establecidas al azar en el cantero. Las variables destructivas se evaluaron en plantas elegidas al azar a lo largo del cantero, fuera de la parcela de 2m. Además se incluyó en el centro del ensayo un cantero destinado a la siembra manual de las semillas de cada tratamiento, denominándose almácigo de prueba (AP). En cada repetición se sembraron dos líneas transversales con 50 cm cada una. Se realizaron 4 repeticiones por tratamiento. El objetivo de incluir el A.P, fue para poder evaluar el desempeño de cada lote y categoría, sin y con el posible “efecto o distorsión” causada por la utilización de la sembradora neumática sobre la emergencia y desarrollo inicial de plántulas.

Tratamiento / Repetición	1	5	4	4	2	5	6	1	2	3	4	1	A	1	6	3	6	2	6	3	5	2	4	5	3
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	.	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	3	1	2	1	4	3	3	4	3	1	4	1	P	2	2	2	4	2	1	3	2	1	3	4	4

\* Almacigo de prueba

Figura 4. Diagrama del ensayo con la asignación de tratamientos en el ensayo.



Figura 5. Vista del ensayo a campo luego de realizar la siembra.

### 3.3.3. Evaluaciones realizadas a campo

#### 3.3.3.1 Evaluación de plántulas emergidas en almácigo de prueba (A.P)

Se realizó la siembra manual en un almácigo de prueba (AP) en el cuadro del ensayo (figura 5). Para cada tratamiento se sembraron cuatro repeticiones de 100 semillas en parcelas al azar. La siembra se realizó el 16 de junio. El conteo de plántulas emergidas (visibles) se realizó a los 21 y 29 días después de siembra (dds).

#### 3.3.3.2. Evaluación comparativa de las plántulas del AP y del campo

A los 29 dds (15 de julio) se contabilizó el número de plantas totales, en estado de gancho y en estado de hoja de bandera. Se evaluaron cuatro repeticiones por tratamiento.

A los 95 dds (19 de setiembre) se realizó un muestreo destructivo de plantas, para cuantificar y evaluar el desarrollo de las plantas en cada tratamiento. Se registró el peso y número de plantas con tamaño apto para trasplante, utilizando como criterio que la tercera hoja midiera más de 5 cm. Luego se calculó para cada caso, la proporción de plantas aptas para trasplante y el peso promedio de éstas. Se extrajeron 20 plantas por tratamiento en cada repetición. En el caso del A.P. se extrajeron y cuantificaron todas las plantas existentes en cada tratamiento y repetición.

### 3.3.3.3. Implantación del cultivo

A los 35 dds (21 de julio) se evaluó la implantación del cultivo. Se determinó la calidad de la “alimentación de siembra” de acuerdo al porcentaje de plantas emergidas y distanciadas correctamente (distanciadas entre 1,5 a 0,5 veces la distancia teórica de plantación), porcentaje de fallas (plantas emergidas distanciadas más de 1,5 la distancia teórica), porcentaje de múltiples (plantas emergidas distanciadas menos de 0,5 la distancia teórica). Por otro lado, se evaluó el coeficiente de variación de los espaciamientos comprendidos dentro del índice de calidad de alimentación. De acuerdo a Richieri Bochard (1998), para establecer la distancia entre las plantas, se colocó una cinta métrica a lo largo de las dos filas centrales de la parcela, contabilizándose la distancia entre plantas para ambas filas. Posteriormente se calcularon el índice de múltiples, de fallas, calidad de alimentación y coeficiente de variación.

### 3.3.3.4. Evaluación del crecimiento y desarrollo de plantas en el cultivo

A los 49 dds (4 de agosto) se evaluó el estado de desarrollo de las plantas empleando la siguiente escala: 1. planta muerta, 2. planta en estado de gancho, 3. planta en estado de bandera, 4. 2ª. hoja visible menor a 1 cm, 5. 2ª. hoja entre 1 a 4 cm y 6. 2ª. hoja con más de 4 cm. Se evaluaron las dos filas centrales de cada parcela del ensayo. Posteriormente se contabilizó el número de plantas en cada estado y se construyeron graficas de frecuencia (figura 6).

A los 152 dds (15 de noviembre), se realizó un muestreo destructivo, con el objetivo de cuantificar y evaluar el estado de desarrollo de las plantas y la uniformidad de las mismas en el cultivo. Se muestrearon al azar 16 plantas por tratamiento en cada una de las cuatro repeticiones. Para cada planta se determinó, el número de hojas, diámetro menor y diámetro mayor del falso tallo, peso de bulbo y peso de hojas (lámina más falso tallo). Con los valores obtenidos también se calcularon los datos del **índice de bulbificación** (relación diámetro mayor/ diámetro menor), el **peso de láminas** multiplicando el peso de hojas obtenido por una relación establecida (dato promedio de seis plantas al azar del ensayo) entre el peso de lámina/ falso tallo y el **área foliar** (peso de láminas\* área foliar específica (AFE)).

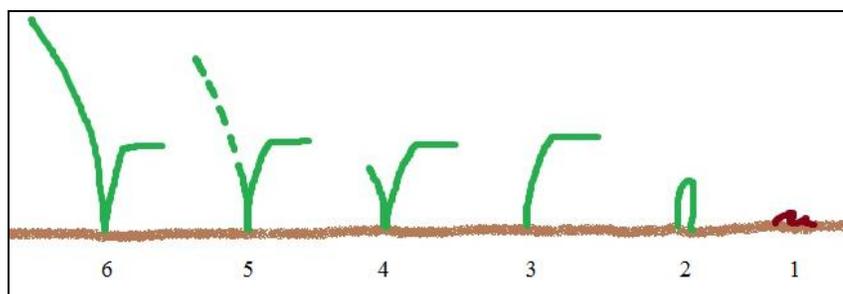


Figura 6. Escala utilizada para evaluar el desarrollo de las plantas a los 49 dds.



Figura 7. Muestreo destructivo de plantas a los 152 dds.

La estimación del PE de lámina se realizó mediante el cribado con sacabocado de las láminas foliares de seis plantas del ensayo elegidas al azar, extrayendo 8 círculos de  $1,84 \text{ cm}^2$  de lámina por planta, los cuales fueron pesados.

#### 3.3.3.5. Stand de plantas en el cultivo

Se realizaron cinco conteos a lo largo del ciclo del cultivo. En los primeros cuatro se contabilizó el número de plantas vivas en cada parcela. Los conteos se realizaron a los 21 dds (7 de julio), 29 dds (15 de julio), 95 dds (19 de setiembre), 159 dds (22 de noviembre) y 182 dds (20 de diciembre, en cosecha), en este último, además se contabilizaron las plantas florecidas y volcadas.

#### 3.3.4 Variables evaluadas luego de cosecha

##### 3.3.4.1. Rendimiento total

Para calcular el rendimiento por hectárea se multiplicó el peso y número de bulbos totales cosechados en la parcela de 2 metros, se multiplicó por 50 (llevando el

valor a un cantero de 100 metros), luego se multiplicó por 71,4 (número de canteros a 1,4 metros de ancho que entran en 100 metros). La determinación del peso se realizó en galpón el 10 de enero, a los 21 días de cosecha.

#### 3.3.4.2. Rendimiento comercial

Se determinó el peso total, y el peso comercial, determinado por los bulbos sanos con diámetro mayor a 4 cm. A su vez dentro de la categoría comercial se discriminaron las siguientes fracciones: bulbos de calibre 4 a 5, 5 a 7, 7 a 9 y mayor a 9 cm de diámetro ecuatorial.

#### 3.3.4.3. Descarte

El descarte incluyó a los bulbos de cada parcela de evaluación del rendimiento, que presentaron al menos una de las siguientes causas de descarte: pudrición, presencia de escapo floral, dobles, múltiples y menores a 4 cm. La determinación se realizó en galpón el 10 de enero, a los 21 días de cosecha.

#### 3.3.4.4. Conservación

Se evaluó la conservación de los mismos bulbos comerciales provenientes de las parcelas en las cuales se evaluó el rendimiento. Los bulbos permanecieron en galpón desde el 10 de enero de 2017 hasta el día de la evaluación realizada el 21 de agosto de 2017. Se conservaron encajones plásticos. Se evaluaron cuatro repeticiones por tratamiento. Al final del período de conservación se contaron y pesaron las fracciones agrupándolos de acuerdo a las siguientes categorías: sanos, brotados y con pudriciones.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. EVALUACIONES EN ALMÁCIGO DE PRUEBA Y CULTIVO

##### 4.1.1 Emergencia de plántulas a los 21 y 29 dds

El lote 1, presentó significativamente mayor número de plantas ( $p < 0,1$ ) en el almácigo de prueba y en el cultivo que el lote dos, en las evaluaciones a los 21 y 29 dds (cuadro 4). Este resultado se corresponde con la prueba de germinación realizada en laboratorio, donde el lote 1 alcanzó los mayores valores (cuadro 2).

Cuadro 4. Emergencia de plántulas en el almácigo de prueba y en el cultivo, a los 21 y 29 dds (%) promedio para cada lote y promedio para cada categoría.

Factor		Almácigo		Cultivo	
		Emergencia (%)*		Emergencia (%)*	
		21 dds	29 dds	21 dds	29 dds
Lote	1	88 a	88 a	88 a	89 a
	2	84 b	85 b	82 b	84 b
Valor p		0,015	0,023	0,0003	0,001
Categoría	Grande	88 a	89 a	89 a	91 a
	Chica	84 b	84 b	83b	85 b
	Sin clasificar	87 ab	87 ab	83b	84 b
Valor p		0,057	0,023	0,0015	0,0003

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

En cuanto a la categoría, la semilla Grande presentó significativamente ( $p < 0,1$ ) mayor número de plantas emergidas que la semilla Chica y la semilla Sin clasificar en todos los casos evaluados. Este resultado coincide también con los resultados obtenidos en la prueba de germinación en el laboratorio.

Por otra parte se observó que los valores de emergencia logrados en el cultivo no se diferenciaron respecto a los del almácigo de prueba (AP), y a su vez resultaron similares a los valores alcanzados para cada lote y categoría en el test de germinación realizado en laboratorio (cuadro 2). Esto evidencia que no hubo condiciones restrictivas durante la emergencia del cultivo, ni de la operativa de siembra, que limitaran el potencial germinativo de cada lote y categoría. La variable que más se asoció con la germinación a campo fue el porcentaje de germinación determinado en el laboratorio, coincidiendo con Renzi et al. (2016).

#### 4.1.2. Proporción de plántulas en estado de hoja bandera a 29 dds

En el cuadro 5, se observó que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,1$ ) entre lotes, para el porcentaje de plantas en estado de bandera, tanto en el almácigo de prueba como en el cultivo. Se observaron mayores valores numéricos para el lote 1 en ambos casos.

Cuadro 5. Porcentaje de plantas en estado de hoja bandera en almácigo y cultivo a los 29 dds, promedio para cada lote y promedio para cada categoría.

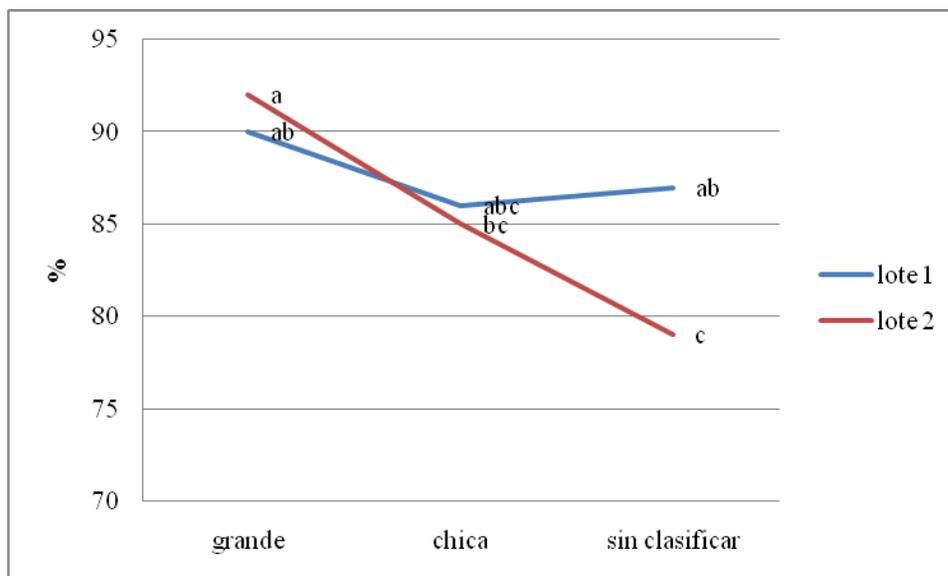
Factor	Plantas en estado de hoja bandera		
	Almácigo	Cultivo	
Lote	1	88	79
	2	86	77
Valor p.		0,23	0,5
Categoría	Grande	91 a	79
	Chica	86 b	78
	Sin clasificar	83 b	77
Valor p.		0,001	0,8

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Con respecto a la categoría, resultaron diferencias significativas ( $p < 0,1$ ) sólo para almácigo, siendo la semilla Grande la que produjo mayor porcentaje de plantas en hoja de bandera, 91%, indicando una alta y uniforme implantación inicial del cultivo (cuadro 5).

Para el porcentaje de plántulas en estado de hoja bandera en almácigo, resultó interacción significativa ( $p < 0,01$ ). En el lote 1, no hubo diferencias significativas entre categorías de semilla, no fue así en el lote 2, donde si hubieron diferencias entre categorías, siendo la semilla Grande mayor que las otras dos categorías (figura 1).

La semilla Sin clasificar del lote 1 comparado con la misma categoría del lote 2, produjo mayor porcentaje de plantas normales. Este último tratamiento fue el que produjo menor valor numérico en el ensayo 79%.



\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Figura 8. Porcentaje de plantas en estado de hoja bandera en almácigo para cada lote y categoría a los 29 dds.

#### 4.1.3. Porcentaje y peso de plantas “aptas” para trasplante a los 95 dds

El porcentaje de plantas aptas para trasplante evaluado en almácigo presentó diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) para la categoría de semilla. Siendo mayor para la semilla Sin clasificar, respecto a la semilla Chica. Mientras que el peso de planta promedio en almácigo no fue afectado por ningún factor evaluado (cuadro 6).

A nivel del cultivo, no resultaron diferencias significativas ( $p > 0,01$ ) para ninguna de las dos variables evaluadas, tanto para el lote como la categoría. Aunque para la categoría se observaron diferencias numéricas importantes en el porcentaje de plantas aptas para el trasplante, presentando la semilla Grande los mayores valores.

También se observó que el número de plantas aptas para trasplante y el peso de planta fueron numéricamente mayores en cultivo respecto a almácigo. Esto se debe a la menor competencia entre las plántulas en el cultivo que permitió un mayor crecimiento individual.

Cuadro 6. Porcentaje de plantas aptas para trasplante y peso promedio de plantas aptas para trasplante en almácigo de prueba y cultivo, según lote y según categoría de semilla a los 95 dds (19/9).

Factor	Nivel	Almácigo de prueba		Cultivo	
		Plantas aptas*(%)	Peso por planta (g)	Plantas aptas*(%)	Peso por planta (g)
Lote	1	44	2,5	60	3,6
	2	42	2,5	58	3,5
Valor p		0,3	0,8	0,72	0,6
Categoría	Grande	42 ab	2,4	66	3,6
	Chica	40 b	2,5	59	3,4
	Sin clasificar	46 a	2,5	53	3,5
Valor p		0,07	0,8	0,5	0,77

\* Plantas con al menos 3 hojas verdaderas y la tercera mayor a 5cm de largo

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

## 4.2. PARÁMETROS EVALUADOS EN EL CULTIVO

### 4.2.1 Implantación a los 35dds

La calidad de la implantación a los 35 dds no resultó afectada de forma significativa ( $p > 0,1$ ) por el lote de semilla, para ninguna de las cuatro variables evaluadas (cuadro 7).

Para la categoría, la semilla Grande presentó menor porcentaje de fallas respecto a las otras categorías ( $p < 0,1$ ). La semilla Grande produjo significativamente ( $p < 0,1$ ) más múltiples respecto a la semilla Sin clasificar. Esto se explicaría por la conjunción de factores tales como una menor falla y mayor emergencia de plantas.

Por otra parte, el efecto de la categoría para coeficiente de variación, resultó significativo ( $p < 0,1$ ), resultando mayor el valor para la semilla Chica respecto a la Sin clasificar.

En general, debido a un menor número de fallas, un mayor porcentaje de emergencia y una mayor calidad de alimentación, la semilla Grande presentó una mejor implantación.

Cuadro 7. Índice de fallas, múltiples, calidad de alimentación y coeficiente de variación, a los 35 dds (21/7), según lote y según categoría.

Factor		Fallas (%)	Múltiples (%)	Calidad de alimentación (%)	Coeficiente de variación (%)
Lote	1	23,1	6,1	70,8	23,4
	2	21,7	7,9	70,5	24,9
Valor p.		0,59	0,31	0,91	0,39
Categoría	Grande	16,2 b	9,2 a	74,6	23,3 ab
	Chica	25,9 a	7,6 ab	66,5	27,0 a
	Sin clasificar	25,0 a	4,1 b	70,9	22,1 b
Valor p.		0,004	0,049	0,14	0,07
Cv.(%)		40	83	16	25

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

#### 4.2.2. Desarrollo de las plantas a los 49 dds

El porcentaje de plántulas en estado más avanzado (estado 6) de desarrollo a los 49 dds, fue significativamente mayor en el lote 1 respecto al lote 2 (figura 6 y cuadro 8). Por otra parte para los estados menos avanzados de desarrollo 1, 2, 3 y 5, el lote 2 fue el alcanzó ( $p < 0,01$ ) mayor porcentaje de plantas, respecto al lote 1. Por lo tanto las plantas del lote 1 estaban más avanzadas que el lote 2 a esa fecha. Concordando con Rodo y Marcos-Filho (2003), en que las semillas con mayor potencial fisiológico se diferencian de otras de menor potencial en las primeras etapas de crecimiento.

En cuanto a la categoría, las diferencias resultaron significativas para los estados 3 y 6. El mayor porcentaje de plantas en estado 3 fue para la semilla Chica. Mientras que para el estado 6 lo fue la semilla Sin clasificar. Este último resultado, se podría deber a que el mayor desarrollo de las plántulas es debido a una menor cantidad de plantas, las cuales crecieron con menor competencia y pudieron desarrollarse con mayor velocidad. Aunque esto no concuerda con los resultados evaluados a los 95 dds.

Cuadro 8. Porcentaje de de plántulas para cada estado de desarrollo \* (según escala de 1 a 6) en el cultivo a los 49 dds, promedio, según lote y según categoría.

Factor		Estado de desarrollo*					
		1	2	3	4	5	6
Lote	1	2 b	1 b	9 b	7	23 b	57 a
	2	5 a	2 a	14 a	7	27 a	45 b
Valor p		0,001	0,03	0,001	0,5	0,018	0,0001
Categoría	Grande	4	1	11 b	7	25	51 b
	Chica	3	2	16 a	8	25	47 b
	Sin clasificar	2	2	8 c	6	24	57 a
Valor p		0,12	0,33	0,0004	0,26	0,9	0,0007

\* Estado de desarrollo, siendo 1 menor y 6 mayor.

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

#### 4.2.3. Desarrollo del cultivo a los 152 dds

El peso total de planta, el área foliar por planta y el índice de área foliar (IAF) no resultaron afectados significativamente para ningún factor evaluado.

Sin embargo al observar los valores del peso de planta y área foliar por planta por lote, se observa que el lote 2 presenta mayor valor numérico para ambas variables (cuadro 9). Aunque un menor valor numérico de IAF. En tanto, para el índice de bulbificación sí resultaron diferencias significativas ( $p < 0,01$ ), siendo mayor el valor del índice para el lote 2, respecto al 1.

El mayor índice de bulbificación del lote 2, sumado a las observaciones anteriores indicaría una tendencia a un mayor desarrollo individual de las plantas del lote 2 comparado con el lote 1. Esto puede deberse a que el lote 2 tuvo en promedio un menor número de plantas por hectárea y por lo tanto cada planta tuvo un mayor desarrollo individual a causa de una menor competencia. Por otra parte el lote 1 presenta mayor valor numérico de IAF. Esto se debe a que el IAF está conformado por el desarrollo individual de cada planta y el stand de plantas del cultivo.

Cuadro 9. Peso total de planta, índice de bulbificación, área foliar por planta e índice de área foliar promedio para cada lote y promedio para cada categoría a los 152 dds.

Factor		Peso total de planta (g)	Índice de bulbificación (DM/Dm)	Área foliar por planta (cm <sup>2</sup> )	Índice de área foliar (IAF)
Lote	1	121	1,77 b	723	1,84
	2	136	1,83 a	789	1,66
Valor p		0,19	0,02	0,29	0,2
Categoría	Grande	123	1,81 ab	731	1,80
	Chica	138	1,84 a	806	1,83
	Sin clasificar	123	1,75 b	730	1,63
Valor p		0,45	0,02	0,52	0,45
Coef. Var.		21	3,1	20	19

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Otras variables evaluadas (datos no presentados), como número de hojas por planta, peso de hojas, peso de láminas y peso de bulbo (figura 9) no mostraron diferencias significativas. Aunque para las últimas tres variables nombradas, los valores numéricos tuvieron la misma tendencia respecto al peso total de planta, índice de bulbificación y área foliar por planta.

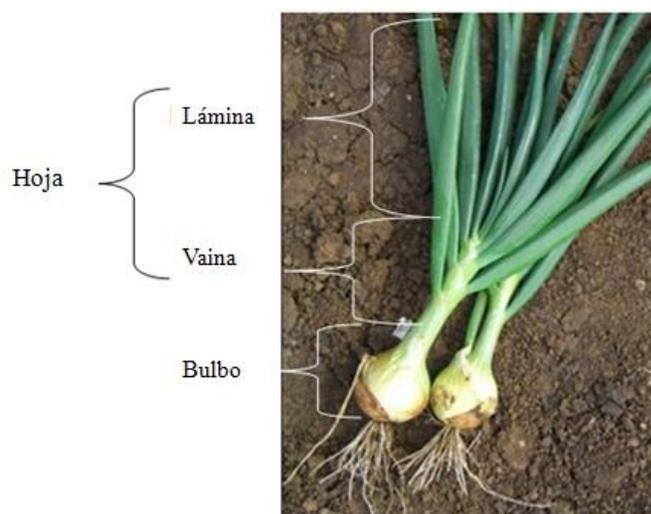


Figura 9. Referencia de las partes de la planta de cebolla.

Con respecto a la categoría, el índice de bulbificación presentó diferencias significativas, siendo mayor el índice para la categoría Chica. Las demás variables no presentaron diferencias significativas entre categorías, pero se asociaron los mayores valores a la categoría de semilla Chica. Esto puede estar relacionado como se explicó anteriormente a un mayor crecimiento individual de cada planta causado por el menor stand de plantas en cultivo y por lo tanto más espacio entre plantas (cuadro 9).

#### 4.2.4. Evolución del stand de plantas

El stand de plantas evaluado desde los 95 dds hasta la cosecha a los 182 dds, fue significativamente ( $p < 0,1$ ) mayor para el lote 1 respecto al lote 2. A su vez se observa que las diferencias numéricas entre ambos lotes se mantuvieron hacia el final del cultivo (cuadro 10).

Para la categoría resultaron diferencias significativas desde los 95 dds y hasta la cosecha a los 182 dds. La categoría Grande siempre ocupó el rango de medias de mayor valor para todo el período (cuadro 10). Mientras la categoría Chica tuvo el menor stand de plantas a los 95 dds, y la categoría Sin clasificar a los 159 y 182 dds.

Los resultados obtenidos en esta etapa del ciclo se mantienen desde las evaluaciones realizadas en la etapa de germinación (cuadro 4). Esto indicaría que la mayor calidad de semilla, en particular el mayor tamaño de semilla que contribuye a una mayor viabilidad y capacidad de germinación de la misma debido a un mayor tamaño de embrión y mayor cantidad de reservas para etapas iniciales, se ve reflejado en etapas avanzadas del cultivo y hasta la cosecha (Gamiely et al. 1990, Gabriel et al. 1997, Laynez-Garsaball et al. 2007).

Cuadro 10. Stand de plantas en el cultivo a los 95, 159 y 182 dds.

Factor		95 dds	159 dds	182 dds
Lote	1	73 a	72 a	71 a
	2	62 b	59 b	59 b
Valor p		0,0001	0,0001	0,0001
Categoría	Grande	71 a	69 a	68 a
	Chica	65 b	65 ab	65 ab
	Sin clasificar	69 a	63 b	63 b
Valor p		0,004	0,06	0,089

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

En la figura 10 se observó, que el mayor stand de plantas fue alcanzado a los 29dds. Posteriormente hubo una disminución importante hasta los 95 dds, debido a daños y muerte de plantas provocado por la aplicación de herbicidas pre y pos emergentes (weedox y prodigio), y a las condiciones de intensas y abundantes precipitaciones (250 mm ) durante el período. Posteriormente y hasta la cosecha (182 dds) no se registraron prácticamente pérdida de plantas a nivel general.

El lote 1, en comparación con el lote 2, presentó mayores porcentajes de plantas por hectárea a lo largo del cultivo. La pérdida promedio de plantas desde emergencia a cosecha fue 19 y 31% para el lote 1 y lote 2 respectivamente. Sin embargo la categoría Grande del lote 2, no difirió significativamente respecto a cualquier categoría del lote 1 (figuras 10 y 11). Una de las causas de esto es una menor pérdida porcentual de plantas desde emergencia a cosecha (28%) por parte de la semilla Grande del lote 2, respecto al promedio del lote 2 (31%).

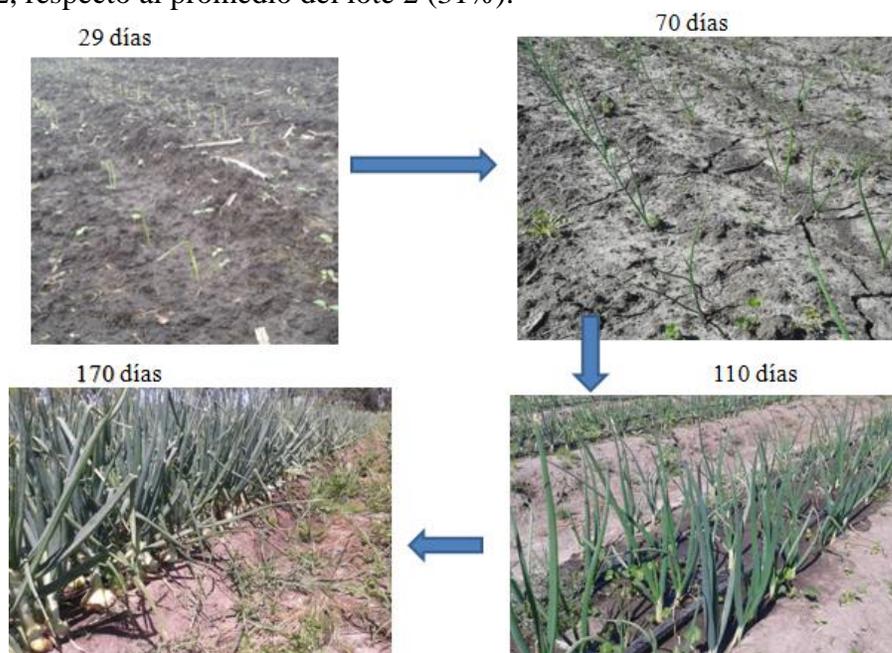
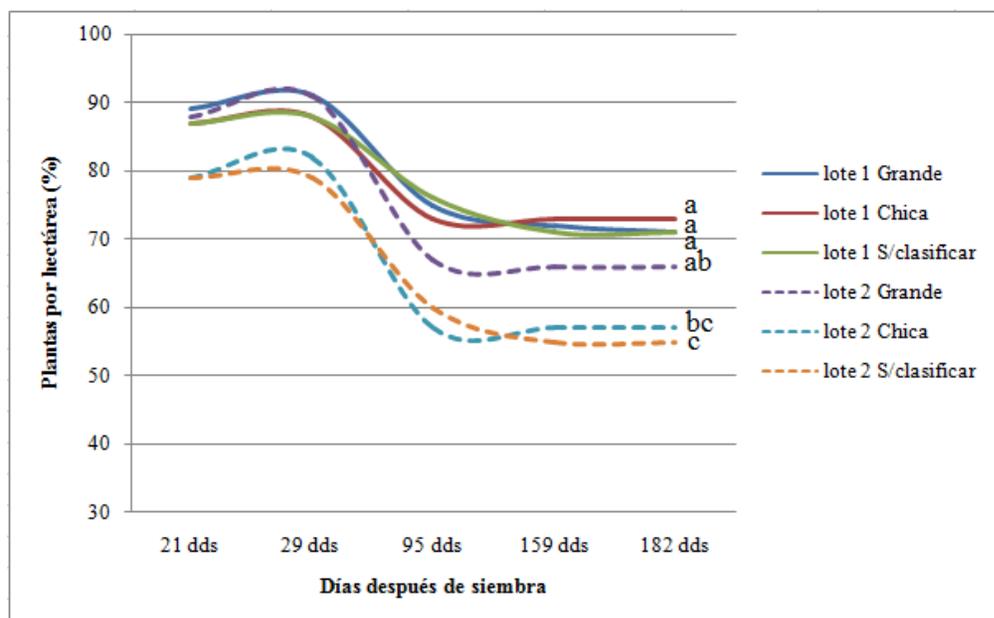


Figura 10. Vista general de la evolución del cultivo.

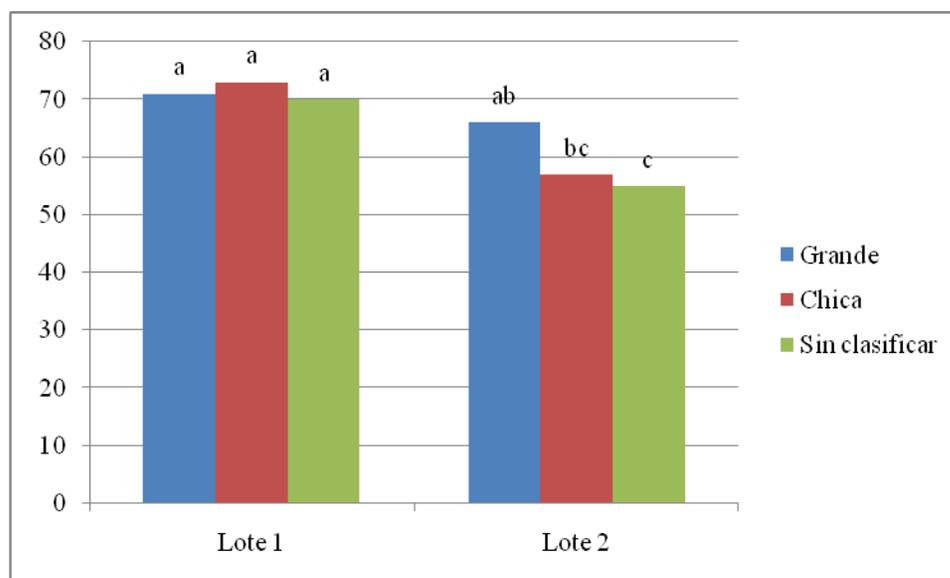


\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey, a los 182 dds (en cosecha).

Figura 11. Evolución del stand de plantas por hectárea, para cada lote y tamaño de semilla, desde emergencia a cosecha del cultivo.

Los valores de implantación a los 29 dds logrados por el lote 1 y la semilla Grande del lote 2, fueron superiores a 85%, indicando una muy buena calidad de siembra, de acuerdo a los resultados de implantación obtenidos en ensayos anteriores (Arboleya, 2005). A su vez el stand de plantas al final del cultivo fue, para el lote 1 y para la semilla Grande del lote 2, superior a 70% y 65% respectivamente. Mientras que los valores más bajos resultaron para la semilla Chica y Sin clasificar del lote 2, siendo con valores 57 y 55% respectivamente (figura 11).

Al comparar el stand de plantas a los 182 dds en cosecha, resultó significativa la interacción entre lote y categoría. En la interacción, cualquiera de las categorías del lote 1 y la categoría Grande del lote 2 lograron significativamente el mayor stand de plantas en cosecha. El promedio fue de 254.900 plantas por hectárea, representando el 71 % de la densidad teórica de plantación. Mientras tanto, la semilla Chica y la semilla Sin clasificar del lote 2, tuvieron menor stand de plantas respecto a cualquiera de las categorías anteriores (figura 11).



\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Figura 12. Porcentaje de la población teórica para cada lote y categoría de semilla a los 182 dds en cosecha.

#### 4.2.5. Vuelco y plantas florecidas en cosecha, 182 dds

El porcentaje de vuelco a los 182 dds presentó diferencias significativas entre los dos lotes estudiados y para las categorías evaluadas. El número de plantas volcadas en el lote 1 fue mayor comparado con el lote 2. Y para la categoría, el porcentaje de plantas volcadas fue mayor con la semilla Grande respecto a la semilla Chica.

Cuadro 11. Plantas volcadas (%) por parcela y plantas florecidas (%) por parcela, según cada lote y según cada categoría.

Factor		plantas volcadas %	plantas florecidas %
Lote	1	23 a	0
	2	13 b	0
Valor p		0,0001	0,99
Categoría	Grande	20 a	0
	Chica	14 b	0,01
	Sin clasificar	17 ab	0
Valor p		0,012	0,58

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Los resultados obtenidos pueden ser explicados por el stand de plantas en el cultivo de cada tratamiento. Tal cual sugiere Brewster (2008), una mayor competencia

entre plantas y menor relación rojo/ rojo lejano en la base de la planta, adelanta la maduración del cultivo.

En cuanto a las plantas florecidas en cultivo, no hubo, salvo para la categoría Chica, siendo ínfimo el valor registrado



Figura 13. Vista general de una parcela en la cosecha.

#### 4.3. EVALUACIONES LUEGO DE COSECHA

##### 4.3.1. Rendimiento total, comercial y descarte

Para las variables rendimiento total, comercial y de descartes resultó significativo ( $p < 0,01$ ) el factor lote (cuadro 12). En tanto, para las tres categorías de semilla evaluadas, no resultó significativa ninguna diferencia entre las medias de las tres variables de rendimiento evaluadas.

A su vez para el rendimiento total y comercial resultó significativa ( $p < 0,1$ ) la interacción entre lote y categoría (cuadro 13).

Cuadro 12. Rendimiento total, comercial y de descarte, según lote y según categoría.

Factor		Rendimiento (kg/ha)		
		Total	Comercial	Descarte
Lote	1	47360 a	37020 a	10342 b
	2	44614 b	30991 b	13623 a
Valor p		0,03	0,003	0,05
Categoría	Grande	46850	36175	10774
	Chica	46370	33133	13238
	Sin clasificar	44640	32701	11938
Valor p		0,27	0,1	0,45
Cv (%)		6,25	9,7	32

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

En el cuadro 12, se puede observar que el rendimiento total y comercial resultó mayor para el lote 1 respecto al 2. Mientras tanto, el rendimiento de descarte resultó mayor para el lote 2 respecto al 1 (cuadro 12).

Si bien no resultaron significativas las diferencias en el rendimiento de descarte de acuerdo al lote y categoría, se observaron mayores valores numéricos para cualquier categoría del lote 2, respecto al 1 (cuadros 13 y 12).

Por otra parte, al analizar la interacción entre lote y categoría para rendimiento total (cuadro 13). Se observa que la semilla Chica del lote 1 produjo el mayor valor, y las categorías Chica y Sin clasificar del lote 2 mostraron los menores valores. A su vez la categoría Grande del lote 2 no se diferenció significativamente del rendimiento total de cualquier categoría del lote 1.

Al analizar la interacción para el rendimiento comercial, se observa que la magnitud de las diferencias de los valores resultó más acentuada. El mayor rendimiento se logró con cualquier categoría del lote 1 y la Grande del lote 2, siendo significativamente mayor respecto a las otras categorías del lote 2 (cuadro 13).

Los resultados obtenidos en el rendimiento total y comercial para cualquier lote y categoría en este ensayo, superan los rendimientos nacionales promedios obtenidos a nivel de cultivos comerciales, instalados mediante plantín o siembra directa. En particular se destacan los rendimientos comerciales superiores a 35 toneladas por hectárea, obtenidos por el lote 1 y la semilla Grande del lote 2.

Cuadro 13. Rendimiento total, comercial y descarte, según tratamiento.

Factor		Rendimiento (kg/ha)		
Lote	Categoría	Total	Comercial	Descarte
1	Grande	46442 ab	36917 a	9528
1	Chica	49248 a	37449 a	11799
1	Sin clasificar	46389 ab	36685 a	9707
2	Grande	47460 ab	35436 a	12024
2	Chica	43493 b	28817 b	14676
2	Sin clasificar	42890 b	28720 b	14169
Valor p		0,08	0,08	0,86
Cv (%)		6,25	9,7	32

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.



Figura 14. Clasificación y pesado de bulbos para determinación de rendimientos.

Al analizar las diferentes fracciones de tamaño de bulbos que componen el rendimiento comercial (cuadro 14), resultaron diferencias significativas ( $p < 0,1$ ), según lote para las fracciones de 5 a 7 cm, de 7 a 9 cm y mayor a 9cm. Para las fracciones de 5 a 7 cm y 7 a 9 cm, los mayores rendimientos fueron obtenidos por el lote 1. La diferencia en el rendimiento, entre ambos lotes fue 2.202 kg/ha y 6.440 kg/ha para la fracción de 5 a 7cm y 7 a 9cm respectivamente.

Cuadro 14. Rendimiento comercial por hectárea para los calibres de bulbos de 4 a 5 cm, 5 a 7cm, 7 a 9cm y mayor a 9, según lote y según categoría de semilla.

Factor		Rendimiento comercial (Kg/ha)			
		4 a 5 cm	5 a 7 cm	7 a 9 cm	Mayor a 9
Lote	1	900 a	6358 a	23605 a	6155 b
	2	578 a	4155 b	17172 b	9086 a
Valor p		0,097	0,003	0,003	0,06
Categoría	Grande	785	5309	22223	7858
	Chica	596	5787	18789	7958
	Sin clasificar	835	4670	20153	7044
Valor p		0,54	0,38	0,36	0,86
C v (%)		60,2	29,7	22,9	47

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Por otra parte, el rendimiento de bulbos mayor a 9 cm, fue significativamente mayor en el lote 2 respecto al lote 1. Esto se explicaría por el menor stand de plantas durante el cultivo, lo cual provoca menor competencia entre algunas plantas, y por lo tanto permite un mayor crecimiento individual de algunas plantas del cultivo, tal cual sugieren Dos Santos et al. (2018).

Para el rendimiento de bulbos de 4 a 5cm si bien se observa (cuadro 14) que para el factor lote  $p=0,097$ , las prueba posterior de diferencias de medias entre lotes según tukey no estableció diferencias significativas con  $p < 0,1$ .

Con respecto a la categoría, no resultaron significativas las diferencias para ninguna de las variables de rendimiento evaluadas (cuadro14). Estos resultados podrían explicarse en parte al alto coeficiente de variación (Cv%) que presentaron las variables.

Para finalizar, se refirió a la evaluación del rendimiento comercial por calibre. Se realizó un análisis conjunto de las fracciones que tienen mayor valor comercial y que obtienen mayor precio en la comercialización del cultivo. Para ello, se sumaron los rendimientos de las fracciones de 5 a 7cm y de 7 a 9cm (cuadro 15).

Cuadro 15. Rendimiento comercial por hectárea para la fracción de bulbos de mayor valor comercial y para la proporción sobre el rendimiento total, según lote, y según categoría.

Factor		Rendimiento comercial bulbos de 5 a 9cm (kg/ha)	Proporción sobre rendimiento total (%)
Lote	1	29960 a	63,5 a
	2	21327 b	47,7 b
Valor p		0,001	0,006
Categoría	Grande	27532	59
	Chica	24576	52,5
	Sin clasificar	24822	55,3
Valor p		0,5	0,6
Coef.Var.		21,4	22,1

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p < 0,1$ , según Tukey.

Para esta fracción comercial acumulada de 5 a 9cm, resultaron diferencias significativas en el rendimiento comercial y para la proporción de ésta fracción comercial sobre el rendimiento total del cultivo. En ambos casos, el lote 1 fue superior comparado con el lote 2. Las diferencias fueron de 8600 kg/ha en rendimiento comercial y 16% respecto a la proporción de éste sobre el rendimiento total, respectivamente (cuadro 15).

En cuanto a las categorías de semillas comparadas, no resultaron diferencias significativas entre las mismas, para ambas variables. Las diferencias de rendimiento de bulbos de mayor valor comercial entre las categorías de semilla fueron de 3000 kg/ha aproximadamente, y entre 5 a 7,5% mayor su proporción sobre el rendimiento total, de la semilla Grande con respecto a las otras categorías (cuadro 15).

#### 4.4. CONSERVACIÓN DE BULBOS EN GALPÓN

El rendimiento de bulbos comerciales conservados al 21 de agosto resultó afectado en forma significativa ( $p < 0,1$ ) por el lote. El peso de bulbos comerciales al final de la conservación fue mayor para el lote 1 comparado con el lote 2 (cuadro 16).

En cuanto a las categorías de semilla evaluadas, no se observaron diferencias significativas en la conservación poscosecha. Se mantuvieron las mismas tendencias en los resultados de evaluación del rendimiento. Los lotes de semilla Grande mantuvieron

al final del período de conservación valores superiores en aproximadamente 3000 kg/ha respecto a las otras categorías.

Para el porcentaje de rendimiento conservado no se observaron diferencias significativas ( $p>0,1$ ) para lote ni para categoría. Sólo se observaron pequeñas diferencias numéricas del lote 1 con respecto al lote 2, 73 % y 71% respectivamente. Y se observaron diferencias numéricas para la categoría de semilla Grande respecto a las restantes, 74 % y 71 % respectivamente.

Cuadro 16. Rendimiento comercial de bulbos conservados y proporción de rendimiento conservado al 21 de agosto, según lote y según categoría.

Factor		Rendimiento conservado (kg/ha)	Proporción de rendimiento conservado (%)
Lote	1	28102 a	73
	2	22442 b	71
Valor p		(p=0,02)	(p=0,46)
Categoría	Grande	26896	74
	Chica	24990	71
	Sin clasificar	23932	71
Valor p		(p=0,53)	(p=0,75)
Coef. Var.		17,8	12,2

\* Medias con diferente letra indican significancia  $p<0,1$ , según Tukey.

Los valores de porcentaje de bulbos comerciales al final de la conservación mantuvieron y reflejaron los valores obtenidos en la cosecha, no evidenciándose efectos diferenciales en la conservación para ninguno de los factores evaluados.

Considerando los valores obtenidos en la proporción de rendimiento comercial mantenido al 21 de agosto por cualquier lote y categoría, con valores entre 71 % y 74 %, se refleja un muy buen comportamiento en poscosecha de acuerdo a la variedad y las buenas condiciones de almacenamiento, comparando con resultados anteriores obtenidos por Zaccari y Carballo (2005), Peluffo et al. (2013, 2014) utilizando el mismo cultivar y método de implantación mediante plantín.

## 5. CONCLUSIONES

El lote y la categoría de semilla utilizada en la implantación del cultivo, determina diferencias en el stand de plantas desde las etapas iniciales del cultivo y hasta la cosecha. Lotes de mayor calidad de semilla y categorías Grande de semilla logran mayor stand de plantas a lo largo del cultivo y hasta la cosecha.

El stand de plantas en el cultivo incide de forma gravitante en el desarrollo y tamaño individual de plantas, así como en el conjunto de las plantas del cultivo.

Lotes de mayor calidad de semilla y categorías Grande de semilla logran mayor rendimiento total y comercial. Mientras que lotes de menor calidad de semilla producen mayor rendimiento de descarte.

Lotes de mayor calidad de semilla logran mayor rendimiento comercial, considerando las fracciones de tamaño de bulbo de mayor valor en el mercado. Mientras que lotes de menor calidad producen más bulbos con sobre tamaño.

Los tratamientos de calibración de semilla no serían necesarios en lotes de alta calidad de semilla.

Para lotes de semilla de menor calidad, la calibración de la semilla es fundamental para mejorar la implantación, uniformidad, rendimiento total y comercial del cultivo.

El lote de semilla y la calibración de la semilla no generaron pérdidas diferenciales en la conservación de bulbos.

## 6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la calidad de la semilla utilizada, sobre la implantación, desarrollo, rendimiento y conservación del cultivo de cebolla en siembra directa en el cultivar Pantanoso del Sauce CRS. El ensayo se realizó en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía (Progreso, Canelones). El modelo del experimento fue factorial, con dos factores (lote y categoría). Se evaluaron 6 tratamientos, dos lotes y tres categorías de semillas. El factor lote está dado por el productor originario de la semilla. La categoría por el tamaño de semilla de cada lote surgido en la etapa de procesamiento fue; Grande, Chica y Sin clasificar. La emergencia a los 29 dds fue mayor para el lote 1 con respecto al lote 2, siendo 89% y 84% respectivamente. Esta diferencia aumentó hacia el final del ciclo, siendo en cosecha 71% para el lote 1 y 59% para el lote 2, reflejándose en el rendimiento comercial con 37.020 kg/ha para el lote 1 y 30.991 kg/ha para el lote 2. Con respecto a la categoría, la emergencia a los 29 dds fue mayor para la semilla Grande (91%), seguida por la semilla Chica (85%) y la Sin clasificar (84%). En cosecha, la semilla Grande se diferenció de la Sin clasificar, siendo 68% y 63% respectivamente. Resultó interacción para stand de plantas a los 29 dds, stand de plantas en cosecha, y rendimiento comercial; destacándose el lote 1 y el tamaño Grande del lote 2, con respecto a la semilla Chica y Sin clasificar del lote 2. En conservación no se registraron pérdidas diferenciales debido al lote o categoría.

Palabras clave: Semilla; *Allium cepa L.*; Siembra directa; Calidad fisiológica.

## 7. SUMMARY

The aim of this essay was the study of the effect of the seed's quality used in the implantation, the development, the yield and the conservation of the onion growing using direct sowing in the 'cultivar Pantanoso del Sauce CRS'. The essay was done in the South Regional Center of the Agronomy University in Progreso in Canelones. The experiment model was factorial, with two factors (batch and category). Six treatments, two batches and three categories of seeds were evaluated. The batch factor was given by the original seed's grower. The category was given by the seed's size of each batch emerged in the processing stage; Big, Small and Without classification. The emergency in the 29 days after sowing was higher in batch 1 than the batch 2, 89% and 84% respectively. This difference increased in the end of the cycle, being in the growing 71 % for batch 1 and 59% for batch 2. It was noticed in the commercial output, with 37.020 kg/ha for batch 1 and 30.991 kg/ha for batch 2. In this category the emergency in the 29 days after sowing was higher in the first place for the big seed (91%), then for the small seed (85%) and in the last place the seed without classification (84%). In the growing, the big seed was different to the seed without classification, being 68% and 63% respectively. It was interaction for the stand of plants in the 29 days after sowing, stand of plants in growing and commercial output, it stands out the batch 1 and the size big of the batch 2 in comparison with the small seed and the seed without classification of the batch 2. It did not record differential losses related with the batch or the category in the conservation.

Keywords: Seed; *Allium cepa L*; Direct sowing; Physiological quality.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Adams, G. 2007. Germinación, vigor, viabilidad, calidad y mejora de semillas de cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis Ing. Agr. Madrid, España. Universidad Politécnica de Madrid. 69 p.
2. Arboleya, J. 2005. Tecnología para la producción de cebolla. Montevideo, INIA. 72 p. (Boletín de Divulgación no. 88).
3. \_\_\_\_\_.; Campelo, E.; Rodríguez, J. 2006. Solarización de canteros para almácigos de cebolla. Revista INIA. no. 8:21-24.
4. Berrueta, C.; Arboleya J.; Campelo E.; Falero M.; Reggio A.. 2015. Evaluación de la siembra directa y transplante de la variedad pantanoso del sauce CRS sobre canteros solarizados. *In: Jornada de Divulgación (2015, Las Brujas, Canelones). Cultivos de cebolla. Montevideo, INIA. pp. 9-14 (Actividades de Difusión no. 757).*
5. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Falero, M.; Reggio, C.; Maeso, D.; Pijuán, G. 2017. Fechas óptimas en siembra directa de cebolla Pantanoso del Sauce CRS y Santina en el sur del Uruguay. *In: Jornada de Divulgación (2017, Las Brujas, Canelones). Tecnología en el manejo del cultivo de cebolla. Montevideo, INIA. p. 34 (Actividades de Difusión no. 775).*
6. Brewster, J. L. 2008. Onions and other vegetable alliums, 2<sup>nd</sup>. ed. Wallingford, CABI. 130 p. (Crops production science in horticulture. v 15).
7. Casares, I. 2014. Encuestas hortícolas 2013; zonas Sur y litoral Norte. Montevideo, MGAP. DIEA. 22 p. (Serie Encuestas no. 318).
8. Del Monte, R. F. 1981. Seis operaciones simultáneas. Equipo para siembra directa de hortalizas. INTA. La Consulta. Folleto no. 64. 12 p.
9. D´amico, J. P.; Bellacomo, C.; Caracotche, V.; Orden, L. 2015. Desuniformidad del cultivo de cebolla: efecto sobre la producción individual y el rendimiento. Buenos Aires, Argentina, INTA. Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi. 32 p. (Informe Técnico no. 42).
10. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2008. InfoStat, versión 2008. Córdoba, Argentina, Universidad Nacional de Córdoba. FCA.Grupo InfoStat. s.p.

11. Dos Santos, J. P.; Grangeiro, L. C.; De Sousa, V. L.; Gonçalves, F. C.; De Franca, F. D.; Cordeiro, C. J. X. 2018. Performance of onion cultivars as a function of spacing between plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 22 (3):212-217.
12. Ellis, R. H. 1992. Seed and seedling vigor in relation of crop growth and yield. *Plant Growth Regulation*. 11 (1): 249-255.
13. Falero, M.; Arboleya, J.; Berrueta, C. 2017. Aumento del rendimiento de cebolla a partir de incrementos en las densidades de siembra directa y marco de plantación sobre canteros solarizados. In: Jornada de Divulgación (2017, Las Brujas, Canelones). Tecnología en el manejo del cultivo de cebolla. Montevideo, INIA. pp. 42-47 (Actividades de Difusión no. 775)
14. Fielder, B. 1975. Studies on the effect of drilling on the crop yield of onion. *Archive Gartenbau*. 23:285-298.
15. Gabriel, E. L.; Del Monte, R. F. 1988. Evaluación de métodos de siembra directa y densidades en cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.). In: Congreso Argentino de Horticultura (11°. 1988, Mendoza, Argentina). Resúmenes. s.n.t. pp. 1-15.
16. \_\_\_\_\_; Makuch, M. A.; Piccolo, R. J. 1997. Seed Size, Germination And Bulb Uniformity in Onion (*Allium cepa*L.) cv. Valcatorce INTA. *Acta Horticulturae*. no. 433:573-584.
17. Gamiely, S.; Smittle, D. A.; Mills, H. A. 1990. Onion Seed Size, Weight, and Elemental Content Affect Germination and Bulb Yield. *Hortscience*. 25(5):522-523.
18. Gilsanz, J. 2013 Abonos verdes. In: Día de Campo Abonos Verdes (2013, Las Brujas, Canelones). Programa nacional producción hortícola. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Actividades de Difusión no. 722).
19. ISTA (international Seed Testing Association, CH). 2006. ISTA Handbook on Seedling Evaluation. 3<sup>rd</sup>. ed. Zurich, Switzerland. s.p.
20. Laumonier, R. 1962. Cultures maraicheres. Paris, Baillierre. t.1, 277 p.
21. Layanez-Garsaball, J. A. 2007. Crecimiento de plántulas a partir de tres tamaños de semilla de dos cultivares de maíz (*zea mays* l.), sembrados en arena y regados con tres soluciones osmóticas de sacarosa. *IDESIA (Chile)*. 25 (1):21-36.

22. Lipinski, V. M.; Gaviola, S.; Gaviola, J.C. 2002. Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de cebolla cv. Cobriza INITA con riego por goteo. (en línea). Agricultura Técnica (Chile). 62(4):574-585. Consultado 5 oct. 2017. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072002000400009](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000400009)
23. Luayza, G. G.; Orioli, G. A. 1984. Acumulación de materia seca, otros parámetros de crecimiento y balance energético en un cultivo de cebolla bajo riego. *In*: Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Olericultura (7ª., 1984. San Pedro, Argentina). Trabajos presentados. s.n.t. p. irr.
24. Olivet, J.; Volpi, J. 2015. Siembra directa de cebolla sobre rastrojos. *In*: Jornada de Divulgación (2015, Las Brujas, Canelones). Cultivos de cebolla. Montevideo, INIA. pp. 3-9 (Actividades de Difusión no. 757).
25. Peluffo, S.; Curbelo, N. 2013. Presentación de últimos avances en el cultivo de cebolla. *In*: Jornada de Divulgación (2013, Las Brujas, Canelones). Presentación de resultados experimentales sobre cultivo de cebolla. Montevideo, INIA. pp. 43-50 (Actividades de Difusión no. 707).
26. \_\_\_\_\_. 2014. Ensayos de evaluación de la conservación de cultivares de cebolla en el Centro Regional Sur (2013-2014). *In*: Jornada de Divulgación (2014, Las Brujas, Canelones). Presentación de resultados experimentales sobre el cultivo de cebolla. Montevideo, INIA. pp. 63-69 (Actividades de Difusión no 733).
27. \_\_\_\_\_. 2015. Implantación del cultivo de cebolla mediante bulbillos. *In*: Jornada de Divulgación (2015, Las Brujas, Canelones). Cultivos de cebolla. Montevideo, INIA. pp. 15-24 (Actividades de Difusión no. 757).
28. Pérez, A.; Risso, J. C.; Iturburu, M. 1999. Mecanización de cultivos hortícolas siembra directa de cebolla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 54 p.
29. Rabinowich, H. D.; Brewster, J. L. 1990. Onions and allied crops. Boca Ratón, FL, CRC. v. 2, 320 p.
30. Renzi, J. P.; Reinoso, O.; Bruna, M.; Vasicek, J. P. 2016. Evaluación de la calidad de semilla de cebolla en el valle bonaerense del Río Colorado. Buenos

Aires, INTA. Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi. 10 p. (Informe Técnico no. 52).

31. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2017. Calidad en la semilla de cebolla, clave para un buen rendimiento. (en línea). Buenos Aires, APROVIS (Asociación de Productores Rurales de Villarino Sur). s.p. Consultado 10 oct. 2017. Disponible en <http://www.aprovis.com.ar/mas-info.asp?id=1269&idcat=2&seccion=Novedades>
32. Richieri Bochard, E. 1998. Efectos sobre la mecanización del desgrane y siembra de ajo sobre parámetros productivos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 24 p.
33. Riekels, J. W.; Tiessen, H.; Nonnecke, I. L. 1976 Onions. Ontario, Ontario Department of Agriculture. 486 p.
34. Rodo, A.; Marcos-Filho J. 2003. Onion seed vigor in relation to plant growth and yield. Horticultura Brasileira. 21(2):220-226.
35. Wheeler, T.; Ellis, R. 1991. Seed quality, cotyledon elongation at suboptimal temperatures, and the yield of onion. (en línea). Seed Science Research. 1(1):57-67. Consultado 6 jun. 2018. Disponible en [doi:10.1017/S0960258500000647](https://doi.org/10.1017/S0960258500000647)
36. Zaccari, F.; Carballo, S. 2005. Almacenamiento. In: Carballo, S. ed. Poscosecha de cebolla en Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 42-52 (Boletín de Divulgación no. 89).