

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE CULTIVARES DE CEBOLLA EN TRES FECHAS
DE SIEMBRA Y TRASPLANTE**

por

Charlie Emanuel DE LOS SANTOS TEXEIRA

**Trabajo final de grado presentado
como uno de los requisitos para
obtener el título de Ingeniero
Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY 2024

HOJA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Mag) Mariana Arias

Ing. Agr. (PhD) Guillermo Galván

Tribunal:

Ing. Agr. (PhD) Guillermo Galván

Ing. Agr. (MSc) Mariana Arias

Ing. Agr. (Mag) Adriana Vietta

Fecha:

11 de noviembre de 2024

Estudiante:

Charlie Emanuel de los Santos Texeira

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Walter de los Santos y Susana Texeira por la confianza depositada en el comienzo de la carrera, además de la paciencia a lo largo de los años de estudio y del incondicional apoyo.

A mis hermanos Cristian de los Santos y Walter de los Santos por tantos consejos brindados y apoyo para lograr los objetivos.

A mi pareja Natasha Blanco por estar siempre brindando el cariño y apoyo en muchos momentos de agobio y estrés.

A la Ing. Agr. M.Sc. Mariana Arias, directora de este trabajo, por la enorme disposición en la correcta orientación de este trabajo además del esfuerzo y constante apoyo con correcciones a lo largo del mismo.

Al Ing. Agr. PhD. Guillermo Galván, por brindarme la oportunidad y confianza para poder realizar esta tesis, además de la disposición para aclarar cualquier duda.

Muchas gracias al personal del C.R.S., especialmente a Natalia Curbelo y Oscar Costa por su inestimable ayuda en las horas dedicadas a los trabajos de campo y laboratorio.

Finalmente agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera han colaborado en la realización de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN	8
SUMMARY	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. ALMÁCIGO	12
2.2. DESARROLLO VEGETATIVO	15
2.2.1. Desarrollo del aparato foliar	15
2.3. BULBIFICACIÓN	17
2.4. MADURACIÓN Y COSECHA	23
2.5. REPRODUCCIÓN	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	27
3.2. MATERIAL VEGETAL	27
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO	28
3.4. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS	29
3.4.1. Periodo siembra a trasplante	29
3.4.2. Periodo trasplante a cosecha	30
3.4.3. Periodo cosecha y curado	31
3.5. DETERMINACIONES	32
3.5.1. Muestras durante el crecimiento del cultivo	32
3.5.2. Muestras post-cosecha	32
4. RESULTADOS	33
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES GENÉTICOS	33
4.2. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS, PESOS PROMEDIOS DE BULBOS Y DISTRIBUCIÓN DE CALIBRES COMERCIALES	34
4.3. COMPARACION DEL RENDIMIENTO TOTAL Y EVOLUCIÓN DEL IAF DE LOS DISTINTOS MATERIALES	41
4.4. EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO PARA LOS DISTINTOS MATERIALES E INICIO DE BULBIFICACIÓN	46
4.5. COMPARACIÓN DE DIAS A INICIO DE BULBIFICACIÓN Y PERIODO DE BULBIFICACIÓN EN RELACIÓN DEL IAF MAXIMO	51

4.6. COMPARACIÓN DE DISTINTOS ATRIBUTOS EVALUADOS EN POST-COSECHA PARA LOS MATERIALES UTILIZADOS.....	52
5. CONCLUSIONES	55
6. BIBLIOGRAFÍA	56
7. ANEXOS	60

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Descripción varietal de los distintos materiales vegetales utilizados en los experimentos	28
Tabla 2 Fecha de siembra y trasplante de los cultivares y edad del plantín según ensayo 2021	30
Tabla 3 Características de las variedades evaluadas en tres fechas distintas (2021). 34	
Tabla 4 Rendimientos totales, rendimientos comerciales y estratos de calidad para las variedades de Fecha 1 (2021)	36
Tabla 5 Rendimientos totales, comerciales y estratos de calidad para las variedades de Fecha 2 (2021)	37
Tabla 6 Comparación de rendimientos, comerciales y estratos de calidad para las variedades de Fecha 3 (2021)	39
Tabla 7 Comparación del IAF máximo logrado, días a IB y duración de la bulbificación (2021)	51
Tabla 8 Comparación de atributos de calidad de los bulbos evaluados en post-cosecha (2021)	53
Figura 1 Croquis del ensayo completo, ubicación y distribución de las variedades (parcelas) en cada experimento	31
Figura 2 Distribución de los calibres comerciales para las variedades de Fecha 1	40
Figura 3 Distribución de los calibres comerciales para las variedades de Fecha 2	40
Figura 4 Distribución de los calibres comerciales para las variedades de Fecha 3	41
Figura 5 Evolución del IAF para Fecha 1, desde el trasplante hasta los 140 días post-trasplante	42
Figura 6 Evolución del Rendimiento Total en función del IAF máximo logrado para Fecha 1	43
Figura 7 Evolución del IAF para Fecha 2, desde el trasplante hasta los 124 post-trasplante	44
Figura 8 Evolución del Rendimiento Total en función del IAF máximo logrado para Fecha 2	44
Figura 9 Evolución del IAF para Fecha 3, desde el trasplante hasta los 91 días post-trasplante	45
Figura 10 Evolución del Rendimiento Total en función del IAF máximo logrado para Fecha 3	45
Figura 11 Correlación del peso promedio de bulbo y el peso de planta para Fecha 1	47
Figura 12 Crecimiento en el tiempo para las variedades de Fecha 1	47
Figura 13 Correlación del peso promedio de bulbo y el peso de planta para Fecha 2	48

Figura 14 <i>Crecimiento en el tiempo para las variedades de Fecha 2</i>	48
Figura 15 <i>Correlación del peso promedio de bulbo y el peso de planta para Fecha 3</i>	49
Figura 16 <i>Crecimiento en el tiempo para las variedades de Fecha 3</i>	49

RESUMEN

Dado el mercado y las necesidades constantes de los productores de ofrecer hortalizas de buena calidad y que además se adapten a sus sistemas de producción o geografía, se ha requerido una continua investigación y desarrollo de materiales nuevos y diversos en busca de cubrir estas demandas. Dentro de las hortalizas, aquellas que más se consumen como la cebolla podemos encontrar en el mercado gran diversidad de materiales vegetales tanto de desarrollo nacional como extranjero. En base a esta diversidad han surgido una serie de preguntas tales como: ¿conocemos el comportamiento de cada variedad en el Uruguay? ¿cualquier variedad se adapta a cada zona de producción y objetivos? ¿Cuáles son los factores que juegan un papel fundamental si quiero lograr buenos rendimientos? ¿Afectan las fechas de siembra y trasplante a este cultivo? ¿Cómo es la resistencia de los distintos materiales vegetales a las enfermedades y plagas?

Este trabajo surge de la necesidad de conocer como es el comportamiento de varios materiales de cebolla que se utilizados en el país frente a manejos diferentes en cuanto a la fecha de siembra y trasplante. Conocer que factores determinan el éxito de una buena cosecha, además de conocer como son las características fisiológicas y organolépticas de las variedades evaluadas. De esta manera se buscó dar cierta respuesta a algunas de las preguntas planteadas.

Para lograr abordar las preguntas planteadas en este trabajo se utilizaron 13 variedades de cebolla repartidas en tres ensayos según el tipo de ciclo de los materiales (DC, DI o DL). Los ensayos partieron de tres fechas distintas de siembra y por consiguiente también de trasplante. A lo largo del periodo de crecimiento se midieron en sucesivas ocasiones distintos parámetros para lograr generar suficiente información para poder comparar las evoluciones del crecimiento entre las variedades, estados fisiológicos, calidad y momento de cosecha. También se realizaron mediciones en post-cosecha de distintos atributos fisiológicos que determinan la calidad comercial.

Palabras clave: cebolla, ciclos de cultivo, variabilidad, efecto de la siembra y trasplante, atributos comerciales

SUMMARY

Given the market and the constant needs of farmers to not only offer better quality vegetables, but also adapt them to their production systems or geography, continuous research and development of new and diverse materials has been required to ask these demands. Within the afore mentioned vegetables, those that are most consumed, such as onions, have been most studied and developed, in which we can find in the market a great diversity of plant materials, both national and foreign, but based on this diversity a series have emerged. of questions such as: do we know the behavior of each variety in Uruguay? Does any variety adapt to my production area and objectives? What are the factors that play a fundamental role if I want to achieve good returns? Does it affect the dates I plant or transplant this crop? How are the resistance of different plant materials to diseases and pests?

This work arises from the need to know how the behavior of various onion materials used in the country is compared to different management in terms of the date of sowing and transplanting, and what factors determine the success of a good harvest, in addition to know what the physiological and organoleptic characteristics of the evaluated varieties are like. In this way, we sought to provide a certain answer to some of the aforementioned questions.

In order to find an answer in this thesis work, 13 varieties of onion were used, divided into three trials depending on the type of material cycle (DC, DI or DL). The trials started from three different sowing dates and therefore also transplanting. Throughout the growth period, different parameters were measured on successive occasions to generate sufficient information and from which to compare the growth evolution between the varieties, physiological states, quality and harvest time. Post-harvest measurements of different physiological attributes that determine commercial quality were also carried out. The variability of these attributes is necessary to know given the different objectives of the producers.

Keywords: onion, crop cycles, variability, effect of sowing and transplanting, commercial attributes

1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) pertenece a la tribu *Allieae* de la familia *Amaryllidaceae*. Es originaria del Asia central y tiene como centro de origen secundario la cuenca del Mediterráneo. La cebolla es una de las hortalizas cultivadas de consumo más antiguas. Fue cultivada por los egipcios, griegos y romanos, quienes seleccionaron bulbos de mayor tamaño y dieron lugar a la aparición de las variedades modernas (Dogliotti et al., 2011).

La cebolla es el tercer cultivo hortícola a nivel mundial con unos 99 millones de toneladas producidas, ocupando una superficie aproximada de 6,9 millones de hectáreas y se cultiva en unos 145 países. Los principales países productores del mundo son China, India y EE. UU con 24.700.000 toneladas entre estos. En América Latina el principal país productor es México, con 1.570.000 toneladas anuales, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (s.f.) (Select Data/ Select Production/Select Crops and livestock products/Select all countries/elements, inside select Area harvested and Yield/select items>inside select Crops, primary>inside select Onions and shallots, green/Select years 2021).

En nuestro país es una hortaliza de gran importancia por su área de cultivo y volumen de producción, y con importancia social dada por el número de empresas o productores y trabajadores involucrados. La cebolla ocupa el cuarto lugar en cuanto al volumen de ingreso a la Unidad Agroalimentaria Metropolitana (UAM) (después de la papa, el tomate y la zanahoria). Sin embargo, en 2021 ocupó el noveno lugar en cuanto a ingreso bruto en la UAM (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2021). En 2021 se produjeron 36000 toneladas de cebolla, y con este volumen se logra mantener una oferta todo el año. Desde octubre a enero la cebolla proviene principalmente de la zona norte, y desde febrero a septiembre de la zona sur (Ackermann & Díaz, 2021).

La producción de hortalizas en Uruguay se caracteriza por situarse en dos zonas de producción, la zona sur y la zona noroeste. Al sur se concentra en los departamentos de Canelones y San José, y en el litoral noroeste en los departamentos de Salto y Artigas (Campelo & Arboleya, 2005). La zona norte está especializada en cultivos de primor. Esta producción representa el 10,6 % de los productores que realizan este cultivo, y el 25,4 % del área sembrada de Uruguay. La zona sur representa el 89,4% de los productores y el 74,6% del área sembrada (DIEA, 2021).

Las variedades que se emplean mayormente en la zona norte y la zona sur son diferentes. En la zona norte se emplean principalmente cultivares precoces o de día corto (DC), para la obtención temprana de cebollas, como INIA Casera o INIA Rocío. Estos cultivares presentan una conservación postcosecha baja o media (3 a 5 meses). En la zona sur los materiales más cultivados son cultivares de día intermedio o día largo (DI o DL). Estos cultivares tienen una buena conservación postcosecha (5 a 8 meses), como Pantanoso del Sauce o INIA Santina (Arias & Peluffo, 2001).

El mejoramiento genético en Uruguay ha tenido un rol estratégico. Ha contribuido a la competitividad de la producción nacional y a la independencia tecnológica. Los cultivares más difundidos en el país son de origen nacional y han sido desarrollados por los programas de mejoramiento del Instituto Nacional de Investigación

Agropecuaria (INIA) y del Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República (DIEA & Dirección General de la Granja [DIGEGRA], 2009).

En el país, el mejoramiento genético se ha realizado principalmente mediante selección de poblaciones locales mantenidas por productores durante décadas. Los cultivares nacionales presentan muy buenas características productivas, por lo que han sido ampliamente adoptados por los productores. Sin embargo, presentan susceptibilidad a enfermedades foliares como la mancha blanca causada por *Botrytis squamosa* y el mildiú causado por *Peronospora destructor*. La resistencia genética frente a *Peronospora destructor* o *Botrytis squamosa* ha sido objetivo de mejoramiento dada su importancia económica y ambiental (Arias, 2019).

La continua investigación en el mejoramiento genético, así como la caracterización de cultivares ha sido de suma importancia para conocer el comportamiento productivo de los cultivares que existen en el mercado (Vilaró et al., 2005).

Este trabajo propone como objetivo principal la generación de información mediante una caracterización del comportamiento de los distintos materiales genéticos ya liberados y líneas avanzadas producto de los programas de mejoramiento. Para esto se utilizaron tres fechas de siembra y trasplante, analizando el crecimiento del área foliar de cada cultivar mediante curvas de crecimiento. Además, se registró la fecha al inicio de bulbificación (IB), el área foliar al IB, el tamaño y peso de la planta y su correlación con los rendimientos finales.

Además, en este trabajo se plantearon objetivos secundarios como la realización de estudios de los atributos internos y externos de este cultivo tales como color interno y externo, número de catáfilas, número de centros, diámetro mayor y menor, SSD, que expliquen las características típicas de cada cultivar como el tiempo de conservación y calidad de bulbos en almacenamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La cebolla es un cultivo de ciclo de vida bienal: en el primer año de crecimiento se forma el bulbo (fase vegetativa), y en el segundo año se reinicia el crecimiento dando lugar a la formación de las inflorescencias y a la producción de la semilla botánica (fase reproductiva). Para este cultivo la semilla es el único método de dispersión, propagación y sobrevivencia (Dogliotti et al., 2011).

En la fase vegetativa se pueden diferenciar dos etapas en la partición de asimilados a los órganos. La primera etapa va desde la emergencia hasta el inicio de la bulbificación, y la segunda desde el inicio de la bulbificación hasta su maduración o cosecha. En la primera etapa los fotoasimilados se destinan al crecimiento de raíces y hojas y se observa un incremento exponencial en el área foliar. En la segunda etapa los fotoasimilados se destinan a la formación del bulbo (Dogliotti et al., 2011).

En Uruguay se pueden diferenciar dos zonas de producción en las cuales se utilizan variedades de diferente ciclo con objetivos productivos diferentes. Por un lado, está la zona norte del país en donde las siembras se dan desde fines de febrero para aquellos cultivares más precoces, de día corto (DC), hasta inicios de abril para algunos cultivares de día intermedio (DI). Por lo tanto, en esta zona las cosechas se inician tempranamente desde fines de septiembre hasta mediados de diciembre (Dogliotti et al., 2011). En el caso de la zona sur, se utilizan principalmente variedades de día intermedio (DI) y de día largo (DL). Las siembras se realizan desde mediados de marzo hasta a mediados de mayo. En esta zona las cosechas más tempranas se dan a mediados de noviembre y continúan hasta fines de enero (Dogliotti et al., 2011).

2.1. ALMÁCIGO

El método tradicional de instalación del cultivo en Uruguay consiste en la siembra de las semillas en almácigo, a alta densidad, y luego, en el trasplante de las plantas obtenidas a la densidad definitiva. El manejo de los almácigos resulta fundamental si se quieren obtener plantines de alta calidad para el trasplante y un crecimiento del área foliar adecuado (Arboleya, 2005b).

Para lograr un buen almacigo se parte de la elección de un suelo propicio para el óptimo crecimiento de los plantines. Por lo tanto, el suelo a elegir no puede ser un suelo que se den anegamientos por largos periodos ya que esto puede causar pérdidas de plantines ya sea por pudriciones y anaerobiosis (falta de oxígeno), así como por proliferación de enfermedades a causa de un ambiente más predisponente, y a su vez un plantin débil por el exceso hídrico (Arboleya, 2005b).

Sanitariamente se debe de hacer énfasis en un correcto control, desde medidas culturales como la solarización para bajar el inóculo, así como medidas de control químico en caso de ser necesario. Dado que, en esta etapa el cultivo se enfrenta a enfermedades tales como el mal de almácigos o *dumping-off* que es una enfermedad no solo de cebolla sino también de muchas otras plantas cultivadas y la cual puede llegar a causar grandes pérdidas ya que el plantin muere en etapas muy tempranas del desarrollo. Esta enfermedad es ocasionada por hongos de varios géneros, los más

frecuentes son: *Pythium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Phytophthora* (Arboleya et al., 2013).

La *Botritis squamosa* es otro patógeno y es el principal que ocurre en la etapa de almácigo, luego de superadas las primeras etapas de emergencia de la plántula pudiendo causar importantes pérdidas de plantines si no se controla correctamente. Este agente causal también puede afectar los primeros momentos de crecimiento luego de los trasplantes, principalmente en variedades precoces provocando importantes pérdidas. Se producen dos tipos de síntomas, el secado de la punta de las hojas y las manchas foliares. El secado de las hojas puede ser producido por otras causas, incluso por otras enfermedades, por lo que se recomienda no tomarlo en cuenta en el monitoreo si no está asociado con las manchas foliares típicas o si no se observa su carácter infeccioso (avance desde las hojas viejas a las nuevas) (Arboleya et al., 2013).

Además, en los almácigos dado que existe una gran densidad de siembra es necesario realizar un buen control de las malezas si se quiere lograr una obtención de plantines vigorosos y con un buen desarrollo foliar. Por lo tanto, luego de una solarización, siembra y posterior germinación, se pueden realizar aplicaciones con herbicidas selectivos por ejemplo grupos Oxifluoren (Goal) en dosis ajustadas y con plantines con dos hojas desplegadas. Esto resulta en un buen control de malezas. Este herbicida también se puede usar en trasplantes luego de 10 a 15 días post-trasplante y hasta un mes antes de la cosecha dado que este producto tiene alta residualidad (Arboleya, 2005b).

En Uruguay normalmente los distintos cultivares (DC, DI o DL) se siembran en almácigos, empleando altas densidades para luego realizar el trasplante en el lugar definitivo. En otros países y de forma creciente en Uruguay se emplea la siembra directa. Esta variación en los sistemas de instalación del cultivo esta explicada por la tecnología y recursos disponibles, los cuales son muy variantes según escala y tipo de empresa (Dogliotti et al., 2011).

Para cada variedad de cebolla existe una época de siembra óptima, la cual está fuertemente ligada al fotoperiodo crítico de la variedad. La fecha de siembra y de trasplante son determinantes en el rendimiento final del cultivo de cebolla. Ambas fechas definen el largo del periodo de crecimiento de las etapas del ciclo de la cebolla, así como la calidad final de los bulbos obtenidos (Arias & Peluffo, 2001).

Las variedades de día corto requieren siembras más tempranas que las de día intermedio y largo. Estas fechas de siembra tienen que ser correctamente ajustadas para asegurar la obtención de plantas lo suficientemente pequeñas para evitar la vernalización (acumulación de horas de frío), pero lo suficientemente grandes para sobrevivir a las condiciones invernales y lograr producir una cobertura de hojas abundantes en primavera (Galmarini, 1997).

Si bien existe riesgo de altas tasas de floración con siembras tempranas, si estas se encuentran dentro del rango óptimo, también se logran trasplantes tempranos promoviendo la rápida adquisición de área foliar y consecuentemente una maduración más temprana (Arias & Peluffo, 2001). Por el contrario, siembras tardías afectan negativamente los rendimientos debido a una menor área foliar alcanzada a inicios de

la bulbificación. En este caso hay una reducción del periodo comprendido entre trasplante a inicio de bulbificación y, por lo tanto, se reduce el período de formación del aparato foliar que es el encargado de generar fotoasimilados para el llenado del bulbo (Arias & Peluffo, 2001).

En cebollas valencianas con diferentes fechas de siembra (abril, mayo, junio y julio) en dos años sucesivos, se determinó que las siembras más tempranas (abril) lograron los mayores rendimientos y pesos promedios de bulbo. El porcentaje de escapos florales para abril fue del 12%. Para las demás fechas el porcentaje de floración fue nulo. En las siembras más tempranas se obtuvieron plantas de mayor tamaño y con mayor Índice de área foliar (IAF) al momento de entrar a bulbificar, prolongando así el periodo de bulbificación, logrando rendimientos más elevados (Izquierdo et al., 1981).

El ajuste entre el tamaño del plantín y la época de trasplante es una práctica cultural relevante. Su influencia radica en el impacto que tienen estos dos factores en la calidad de los bulbos obtenidos, así como en los rendimientos finales y comerciales alcanzados. Un plantín de calidad es aquel que logra un tamaño mínimo de 25 cm de largo, al menos tres hojas formadas y desplegadas, diámetro del falso tallo de al menos 7 mm y sin síntomas de enfermedades como botritis en hojas, o daños en las raíces, o deformaciones (Arbolea, 2005b).

El tamaño del plantín influye en el peso de los bulbos, en el stand de plantas final, en la ocurrencia de floración prematura y finalmente en el rendimiento comercial. Plantines de menor calidad: poco desarrollados, con poco desarrollo radicular, débiles o enfermos, así como viejos (más de 90 días para la zona norte y más de 120 para la zona sur) darán como resultado rendimientos menores por una disminución en el periodo de bulbificación debido a un desarrollo del área foliar menor. Además, se da mayor floración prematura (Fossatti, 2006).

El tamaño del plantín influye en los rendimientos comerciales de bulbos en función de la época de trasplante. Por lo tanto, trasplantes anticipados requieren plantines de menor tamaño para evitar la floración. Por otro lado, plantaciones tardías requieren de plantines más grandes para evitar caídas en el stand final de plantas y menor peso promedio de los bulbos (Fossatti, 2006).

En resumen, en Uruguay se pueden diferenciar dos zonas de producción en las cuales se utilizan variedades de diferentes ciclos y destinos. Por un lado, está la zona norte del país en donde las siembras se dan desde fines de febrero para aquellos cultivares más precoces, hasta inicios de abril para algunos cultivares de día intermedio. Por lo tanto, en esta zona las cosechas se inician tempranamente desde fines de septiembre hasta mediados de diciembre (Dogliotti et al., 2011).

En el caso de la zona sur, se utilizan principalmente variedades de día intermedio y de día largo. Las siembras se realizan desde mediados de marzo hasta a mediados de abril. En esta zona las cosechas más tempranas se dan a mediados de noviembre y continúan hasta fines de enero (Dogliotti et al., 2011).

2.2. DESARROLLO VEGETATIVO

2.2.1. Desarrollo del aparato foliar

El desarrollo vegetativo comprende el periodo que va desde la emergencia de la plántula hasta inicio de la bulbificación. Luego de la emergencia, la plántula se va formando cuando aparece la primera hoja verdadera, y sucesivamente las nuevas hojas emergen a razón de una cada siete a diez dependiendo de la zona de producción, así como de la variedad, tiempo de plantación, largo del día y temperatura (Arboleya, 2005a).

Aproximadamente desde la aparición de la primera hoja verdadera hasta el inicio de la bulbificación se forman de 13 a 18 hojas. El desarrollo de nuevas hojas se detiene aproximadamente tres semanas antes de la maduración del bulbo. Sin embargo, no todas las hojas son visibles, ya que algunas hojas mueren por senescencia durante el ciclo y las hojas más jóvenes quedan en el interior del bulbo (Arboleya, 2005a). Las vainas de las tres o cuatro hojas más viejas al inicio de la bulbificación formarán las capas exteriores del bulbo (cáscaras o vainas protectoras). En tanto, de tres a seis hojas serán visibles con sus láminas expandidas y se engrosarán en la base de las vainas como parénquima reservante. Finalmente, abortarán la lámina de cinco a seis hojas, que nunca emergieron y quedarán pequeñas en el centro de la planta (Arboleya, 2005a).

La aparición de cada hoja se la puede medir mediante la tasa de aparición foliar (TAF). La TAF puede cuantificarse como la acumulación de grados-día desde la emergencia. La oscilación de la temperatura genera fuertes cambios en la TAF. Por otro lado, temperaturas mantenidas en el rango desde los 6°C a 20°C puede generar incrementos lineales, desarrollándose linealmente una hoja cada cierta cantidad de días. Los valores máximos se alcanzan entorno a los 22°C - 25°C (Brewster, 2008).

Diversos estudios han confirmado que el crecimiento del área foliar (AF) es más rápido en aquellos cultivares de día corto (DC) sembrados en otoño que en cultivares de día intermedio o largo (DI o DL) sembrados en invierno. Esto ocurre porque los cultivares de DC tienen menores requerimientos térmicos para formar y desplegar las hojas. Sin embargo, los de DC también tienen un fotoperiodo crítico menor (menores requerimientos), por ende, llegan a índices de área foliar (IAF) más bajos que los cultivares de DI. Los cultivares de DI en primavera aún no están estimulados por el fotoperiodo para bulbificar y desarrollan mayor área foliar. Los cultivares de DI normalmente son los que alcanzan mayores niveles de área foliar y potenciales rendimientos mayores, dado que se desarrollan en mejores condiciones climáticas (Brewster, 1990a).

Las hojas nuevas se forman dentro de la hoja de espiral del tallo o tallo basal ("stem plate"), creciendo hacia arriba al interior de las hojas viejas. La firmeza del cuello de la planta es debida parcialmente a estas hojas nuevas creciendo desde el centro de la planta. Cuando se detiene el crecimiento de las hojas, el cuello se vuelve débil y cae, señalando que el estado de madurez ha comenzado (Arboleya, 2005a).

2.2.2. El rol del suelo para el cultivo

Un buen desarrollo del cultivo depende en gran medida del tipo de suelo en donde se lo implante. El historial de uso del suelo brinda información fundamental sobre manejos nutricionales y sanitarios anteriores, siendo de gran utilidad a la hora de planificar la instalación de los almácigos o del trasplante. De esta manera se recopila información sobre incidencia de plagas o enfermedades, dosis de fertilizantes, rotaciones con otros cultivos, etc. (Brewster, 2008). Las características físicas y químicas (textura, estructura, porosidad, % de materia orgánica, humedad, pH, salinidad, CIC, Al intercambiable), son de gran importancia a la hora de determinar un buen desarrollo tanto foliar como radicular. Las características del suelo pueden o no reducir la posibilidad de la manifestación del potencial productivo del cultivo (Arias & Peluffo, 2001).

Los suelos más pesados del sur del país (Brunosoles y Vertisoles) suelen presentar contenidos de materia orgánica muy diferentes, principalmente en respuesta a la erosión existente. Estos suelos muestran considerables variaciones en el balance hídrico a lo largo del año. En general, presentan déficits hídricos desde diciembre a marzo, lo que condiciona el rendimiento de los cultivos, dado que el desarrollo radicular del cultivo de cebolla es superficial (Dogliotti et al., 2021).

La performance productiva en los distintos tipos de suelos es fundamental en la determinación del área foliar máxima que pueda alcanzar el cultivo y por ende en los rendimientos alcanzables. Los cultivos instalados en suelos con un contenido por debajo de 2.5% de materia orgánica, o en suelos livianos suelen presentar índices de área foliar (IAF) más bajos que los cultivos sembrados en suelos pesados. Esto se explica por la posibilidad de los suelos pesados de retener más agua y tener una mayor cantidad de agua disponible por volumen que los suelos más livianos, además de la mayor capacidad de suministrar nutrientes (Dogliotti et al., 2021).

Por otra parte, es importante conocer el tipo de suelo y sus propiedades y capacidades hídricas dado que se ha observado que un anegamiento de ocho días genera una disminución significativa en el peso seco de brote y raíz. Asimismo, este efecto es más severo en las raíces, evidenciado por la disminución significativa en la razón entre masa de raíz y brote (Phillips & Beerli, 2008). Esto ocurre por la limitación en la tasa respiratoria de las células de las raíces. En términos fisiológicos, como el oxígeno es usado como aceptor terminal de electrones, en su ausencia se restringe el ciclo de Krebs y la cadena transportadora de electrones, generando un bajo nivel de energía en la planta (Oliveira & Sodek, 2012).

2.2.3. El rol del agua para el cultivo

Si bien el cultivo de cebolla es relativamente resistente a la sequía, es fundamental que no haya escasez en el flujo de agua al momento de la germinación de las semillas ni durante el desarrollo del bulbo si se quiere obtener altos rendimientos. Debido a que el sistema radicular es reducido, los riegos deben ser frecuentes, y en texturas de suelo gruesas el tiempo de aplicación debe de ser reducido para evitar pérdidas de agua y nutrientes por percolación (Ramos, 1999).

Un buen suministro de agua permite mayor absorción de nutrientes, principalmente el nitrógeno ya que su absorción depende de la humedad del suelo. La planta utiliza el agua como medio de transporte del nitrógeno (Dogliotti et al., 2011).

Como respuesta al déficit hídrico en los distintos tipos de suelo los productores manejan distintos cultivares. Cultivares precoces (DC) o semi-precoces (DI) son elegidos para los suelos de mayor riesgo temprano de déficit hídrico, y cultivares de maduración tardía para los suelos con menor riesgo de déficit hídrico (Vertisoles), suelos con mayor disponibilidad de agua en el perfil (García, 2005).

2.3. BULBIFICACIÓN

El bulbo de la cebolla es un órgano de reserva y de supervivencia que le permite superar condiciones adversas. La bulbificación es un proceso por el cual la planta forma el bulbo al recibir o percibir ciertas condiciones climáticas. Luego que se dan las condiciones ambientales para la bulbificación, el destino de los asimilados cambia de manera drástica y lo producido se destina a la formación del bulbo. La mayoría de los fotoasimilados disponibles son destinados a la elongación y agrandamiento celular por la translocación y acumulación de reservas de carbohidratos en la base (parte inferior de las vainas) de las 4 a 6 hojas más jóvenes de la planta (Dogliotti et al., 2011).

Esta etapa es importante dado refleja los resultados del manejo en el cultivo. El éxito y duración de la bulbificación depende directamente de cuál fue el desarrollo foliar del cultivo en la etapa anterior (Dogliotti et al., 2011). Los cultivares más adaptados a una región o localidad son aquellos que logran cumplir sus requerimientos térmicos y de fotoperiodo mínimo en las condiciones propias de esa región. En esas condiciones el crecimiento foliar y posterior formación del bulbo se dan de forma que se logra mayor área foliar al momento de la bulbificación y esto se asocia con altos rendimientos (Brewster, 1997).

El inicio de la bulbificación está sujeto a dos factores principales: fotoperíodo y acumulación de grados-día. El fotoperiodo es el principal factor desencadenante para que se dé la bulbificación. La cebolla es un cultivo con respuesta al fotoperiodo de día largo cualitativa. La planta capta en el meristema apical el estímulo causado por el alargamiento de los días y esto desencadena una serie de procesos metabólicos que llevan al cese en el crecimiento vegetativo, y que los asimilados formados pasen a ser destinados totalmente a la formación del bulbo. Además, para que la planta esté sensible a este estímulo la temperatura ha de ser superior a los 15°C (Arbolea, 2005a).

Existe un fotoperiodo crítico o mínimo para que se dé el inicio de la bulbificación. El fotoperiodo crítico es una característica genética e intrínseca de cada variedad, por lo que cada variedad va a necesitar una longitud del día específica para iniciar la bulbificación. La respuesta al alargamiento de los días no es igual para todas las variedades. Según el fotoperiodo crítico se pueden dividir los materiales genéticos en tres grupos: cultivares con respuesta de día corto (DC), con respuesta de día intermedio (DI) y con respuesta de día largo (DL) (Dogliotti et al., 2011). Los cultivares de día corto inician el proceso de bulbificación con días de 12 horas de luz, cultivares de día intermedio entre 12 y 14 horas de luz, y cultivares de día largo con días de más de 14 horas de luz (Brewster, 2008).

Cuando el largo del día es menor al del fotoperiodo crítico, la planta continúa con su crecimiento foliar sin llegar a formar el bulbo. Por otro lado, si una variedad es sembrada tarde en la temporada, con una longitud del día suficientemente larga se inicia la bulbificación muy tempranamente en el ciclo con un pobre desarrollo foliar. Esto resulta en menores pesos de bulbos por la escasa formación de área foliar y baja disponibilidad de fotoasimilados para la traslocación al bulbo (Altieri et al., 2003).

La respuesta al fotoperiodo (no la sensibilidad) depende en gran medida del desarrollo vegetativo del cultivo tanto a lo largo del almacigo como luego del trasplante. Dicho de otra forma, las plantas más jóvenes responden más lentamente a la bulbificación que plantas de mayor edad, por eso es importante lograr un plantín de buen tamaño y vigor a una edad temprana, puesto que de esta manera se alarga el periodo vegetativo lo suficiente para lograr tener crecimiento del área foliar al momento de iniciarse el periodo de bulbificación (Brewster, 1990a).

Por lo tanto, aunque el fotoperiodo es el único factor desencadenante de la bulbificación, se necesita que las temperaturas sean superiores a 15°C. El estímulo del fotoperiodo para iniciar la bulbificación es más débil con temperaturas frías que con temperaturas cálidas. Por este motivo, cuando el desarrollo de bulbo está en las primeras etapas se puede frenar la bulbificación y la planta vuelve a formar área foliar (AF). La acumulación de grados-días por parte de la planta es un proceso reversible y en periodos largos de temperaturas por debajo de 15 grados no existe acumulación y por ende tampoco se da la bulbificación (Izquierdo et al., 1981). La temperatura óptima para la bulbificación se encuentra entre los 21 y 25°C. El proceso es inhibido a temperaturas entre 10 y 15°C. Cuando ocurren temperaturas mayores a los 30°C se acelera anormalmente la senescencia de hojas y la maduración del bulbo. La senescencia aumenta debido a un mayor metabolismo de respiración celular de mantenimiento de la planta, afectando así la duración del área foliar y esto se ve reflejado en una reducción de los rendimientos finales (Izquierdo et al., 1981).

La sensibilidad al fotoperiodo no está determinada por el área foliar, sino que depende de la edad de la planta. Se identificó al estado de seis hojas como el momento de mayor sensibilidad al fotoperiodo, la edad de la planta está estrechamente relacionada con el número de hojas (Mettananda & Fordhan, 1999). Durante la bulbificación cesa la aparición de hojas nuevas, las láminas de las hojas recientemente emergidas culminan su crecimiento, pero no alcanzan un tamaño superior a las hojas que las precedieron. También en este momento se detiene la aparición y elongación de nuevos primordios radicales (Dogliotti et al., 2011).

Cuando la bulbificación se da sin restricciones hídricas o nutricionales para desarrollarse, la planta alcanza un desarrollo completo (se desarrollan hasta 18 hojas y unas 7 a 8 permanecen vivas simultáneamente). Cuando se induce la bulbificación porque se alcanza el fotoperiodo crítico, la planta destina una gran cantidad de asimilados para el desarrollo del bulbo. Además, si la planta continúa sin restricciones, la duración de la bulbificación se extiende (Arbolea, 2005a).

La falta de N, la relación R/RL baja (dado que es mala competidora por luz) o el déficit hídrico inducen el cese de la expansión de las hojas. Si el fotoperiodo se encuentra en valores cercanos al crítico, estas condiciones pueden inducir la entrada

temprana en la etapa de bulbificación, lo que produce la migración de fotoasimilados hacia las vainas, por disminución del poder fosa de las láminas foliares. Por tanto, esta disminución en los requerimientos de fotoperiodo crítico resulta en una bulbificación prematura (Dogliotti et al., 2011).

Las temperaturas más frescas no solo enlentecen o atrasan el proceso de bulbificación. Además, si estas persisten por mucho tiempo en momentos en donde la planta está receptiva al estímulo causado por este rango de temperatura (en los almácigos) inducen la emisión del escapo floral (Brewster, 1990a). La vernalización es el proceso en el que algunas especies, como la cebolla, necesitan exposición a bajas temperaturas para que se desencadene la fase reproductiva. Para que una planta o cultivo sea sensible a la acumulación de frío, necesita cierto nivel de desarrollo (Arbolea, 1992).

Para el caso de la cebolla, la acumulación de horas de frío comienza cuando la planta alcanza 4 hojas desplegadas. Por tanto, siembras prematuras causan rápidos crecimientos iniciales, y la planta comienza a acumular horas de frío, induciendo la floración durante el primer año. Luego del trasplante y avanzado el crecimiento del cultivo empieza a aparecer escapos florales. La floración prematura baja la calidad y cantidad de bulbos comerciales dado que se forman bulbos dobles, con centros gruesos, o que no logran cerrar el cuello (Arbolea, 1992).

Si se evalúa la respuesta del fotoperiodo en base a sus requerimientos nutricionales, se ha observado que, en casos de incorporaciones de nitrógeno excesivas y tardías, más allá de los primeros 60 a 70 días y más cuando se aplican cercanas al fotoperiodo crítico, causan un atraso en la bulbificación, interfiriendo así en la síntesis de reservas. Esto está dado porque se prioriza el crecimiento vegetativo además de que no se da una traslocación de asimilados al bulbo, esto sumado al aumento de la senescencia foliar causada por el aumento de las temperaturas y del metabolismo, resulta en bulbos más pequeños. Por el contrario, una deficiencia de nitrógeno en momentos cercanos al fotoperiodo crítico adelanta el inicio de la bulbificación, dado que el bulbo es una estructura de reserva y sobrevivencia de la planta, por consiguiente, en condiciones adversas la planta va a priorizar su sobrevivencia (Brewster, 1997).

Luego de superados los requerimientos ambientales de fotoperiodo y temperatura, comienza la bulbificación. El periodo comprendido entre el inicio de la bulbificación hasta la cosecha se denomina periodo de bulbificación. En esta etapa los factores más relevantes para la acumulación de reservas en el bulbo son la radiación interceptada y temperatura. A mayor IAF a inicio de bulbificación se van a producir más fotoasimilados que van a ser destinados al crecimiento del bulbo (Brewster, 1990a).

Dado que es necesario un tamaño mínimo de planta antes de que la interacción entre el fotoperiodo y la temperatura induzcan a la planta a bulbificar, es necesario que se dé un buen crecimiento foliar. La densidad juega un rol fundamental, además afecta la sensibilidad al fotoperiodo. Dentro del rango del largo del día "crítico" para la variedad sembrada, la razón del desarrollo del bulbo estará influenciada por el tamaño de la planta, hojas desplegadas y balance entre nutrientes dentro de la planta (Fornaris, 2012).

La densidad es un factor que afecta directamente el índice de área foliar (IAF) y el inicio de la bulbificación (IB). Una mayor densidad permite alcanzar, en términos

absolutos, valores mayores de área foliar por hectárea a inicio de bulbificación, pero el IAF por planta es menor por aumento en la competencia entre plantas. En altas densidades la disponibilidad de radiación y de nutrientes es menor para cada planta. La competencia por radiación o el sombreado por malezas afecta principalmente al inicio de bulbificación, dado que si la planta está cercana a su fotoperiodo crítico, la baja relación rojo/rojo lejano induce a la planta a iniciar la bulbificación antes, aún con un pobre desarrollo foliar (Brewster, 2008; Dogliotti et al., 2011).

La densidad del cultivo también es importante para la obtención de altos rendimientos y de una alta calidad comercial. Una densidad adecuada es aquella que logre aprovechar al máximo el espacio del suelo, pero de manera tal que logre un espacio entre plantas que favorezca su óptimo desarrollo y crecimiento, así como una buena circulación de aire (Dogliotti et al., 2021).

Densidades por encima de las 350 mil plantas/ha tienen como consecuencia una paulatina disminución en el tamaño individual de cada bulbo explicado por un aumento de la competencia por los nutrientes y agua entre plantas (Dogliotti et al., 2011). Como la cebolla no posee gran plasticidad para compensar el crecimiento, resulta fundamental lograr una buena distribución de plantas. Para bajar la competencia se recomienda que la distancia entre filas y la distancia entre plantas sea la misma o que la distancia entre filas sea 1,5 a 2 veces superior a la distancia entre plantas (Arbolea, 2005a).

Por otra parte, diversos estudios han demostrado que densidades excesivas superando las 500 mil plantas/ha aumentan el porcentaje de radiación interceptada (I%) y, por lo tanto, también aumenta la materia seca/ha (MS/ha). Pero consecuentemente se observarán incrementos menores por planta debido al aumento en la competencia, resultando en una drástica reducción en los tamaños de bulbos obtenidos a causa de la menor capacidad fotosintética de cada planta. Además, se da un adelantamiento de hasta 20 días en el cierre de cuello y volcado de la planta. Para producir bulbos de un buen calibre comercial las densidades más utilizadas están en el rango de 250 a 500 mil plantas/ha (Brewster, 2008).

Las malezas en este punto toman un valor relevante a la hora de limitar la bulbificación. Las malezas tienen un efecto similar a las altas densidades, dicho de otra forma, si el cultivo se encuentra en largos de día cercanos al mínimo requerido (fotoperiodo), el ápice puede detectar la competencia a través de la baja relación rojo/rojo lejano (R/RL). Esta baja relación R/RL causada por un alto enmalezamiento se traduce en un adelantamiento del inicio de la bulbificación, pero dado que aún no se ha desarrollado el máximo de área foliar posible, este adelantamiento se traduce en un periodo de bulbificación reducido (Dogliotti et al., 2011).

Uno de los factores que determinan el rendimiento potencial en cebolla es la radiación y la capacidad del cultivo de interceptar la luz. Dicho de otra forma, si la planta se desarrolla en condiciones favorables va a tener un buen desarrollo y formación de área foliar, esto consecuentemente mejora la capacidad de producir fotoasimilados que serán destinados al crecimiento del bulbo. Por lo tanto, para lograr un índice de área foliar alto es necesario que la planta se encuentre durante un período de tiempo suficientemente largo bajo condiciones propicias para el desarrollo. Para que la eficiencia en la captación de luz sea la deseada la planta además ha de contar con una adecuada condición sanitaria al momento de la bulbificación (Brewster, 2008).

Luego de superados los factores que afectan al rendimiento potencial que puede presentar este cultivo es necesario ajustar aquellos que afecten al rendimiento alcanzable o real al que este puede llegar. Mas concretamente el cultivo de cebolla depende de la tasa de crecimiento del bulbo durante el período de bulbificación y de la duración de este período. Esto a su vez depende del área foliar formada, ya que el punto más alto de AF se logra al momento de iniciar la bulbificación, luego los asimilados disponibles se translocan al bulbo, por ende, la tasa de crecimiento del bulbo depende directamente de la Tasa de Asimilación Neta (TAN, Kg CH₂O ha⁻¹ d⁻¹) y del factor de conversión (FC) de azúcares simples en materia seca. La TAN depende de la cantidad de radiación interceptada por las hojas del cultivo y de la eficiencia con que esa luz se utiliza para producir asimilados que son destinados al crecimiento del bulbo, de ahí la importancia de lograr una buena área foliar (Dogliotti et al., 2011).

Dado que el rendimiento esta correlacionado con la radiación interceptada que logra el cultivo es imperativo lograr un buen manejo de la densidad y malezas, ya que solo una pequeña parte de la radiación incidente (MJ/m²) es aprovechada por el cultivo. Un alto IAF en temperaturas optimas (15 a 24 grados) determina mayores porcentajes de radiación interceptada, y esto potencialmente resulta en rendimientos mayores dado que tiene mayor producción de fotoasimilados (Brewster, 2008). Muchas variables de manejo como las bajas densidades, siembras tardías o condiciones climáticas desfavorables como el déficit hídrico dan como resultados índices de área foliar bajos y por consiguiente bajos niveles de intercepción de la radiación, afectando finalmente el rendimiento (Brewster, 1990b).

En la ecuación de regresión múltiple: duración del crecimiento del bulbo (días) = 104,8 – 0.245 I% - 2,714T, se buscó la relación entre la duración del periodo de bulbificación con la radiación interceptada (I%) y la temperatura medida durante el periodo de crecimiento del bulbo (T). La radiación explico el 36,3% y la temperatura el 63,7% de la variación del crecimiento (Brewster, 1990a).

El desarrollo del bulbo es acelerado por incrementos en la temperatura. En ensayos bajo fotoperiodos constantes y con temperaturas medias desde 17,5 a 22,5 °C, se observaron diferencias en la iniciación y desarrollo de los bulbos (Brewster, 1990a). Temperaturas altas y la acumulación de temperatura durante el periodo de verano cuando comienza la bulbificación, influyen en la fecha de maduración, acelerando la velocidad y magnitud en la duración del ciclo. Estas condiciones ambientales dependen de la zona en donde se encuentre el cultivo. Un mayor periodo de bulbificación puede ser causado por temperaturas más frescas que causan un enlentecimiento en la maduración del bulbo y en la senescencia de hojas (Brewster, 2008).

El estrés hídrico tiene menor efecto en determinar el inicio de la bulbificación que en la duración de la bulbificación (Brewster, 2008). Esto se debe a que la cebolla posee un sistema radicular superficial y una baja longitud de raíz por unidad de peso, por tanto, posee una baja capacidad de absorción de agua de capas lejanas de tierra. Es un cultivo que depende mucho de la humedad en los primeros centímetros del suelo, siendo este un factor determinante a la hora de obtener altos rendimientos, así como cosechas en fecha (Galván et al., 2004).

Los consumos máximos de agua por parte del cultivo se dan luego del inicio de la bulbificación y durante el desarrollo del bulbo. Las necesidades de consumo promedio en esta etapa varían entre 4,5 a 5 mm por día variando según las condiciones climáticas

imperantes. Durante este periodo el déficit de agua provoca un efecto negativo en los rendimientos (Galván et al., 2004). Existe un periodo crítico en cuanto a la necesidad de agua, que coincide con el comienzo de la bulbificación y se extiende durante todo el trascurso del desarrollo del bulbo (Moltini & Silva, 1981). En ensayos de Facultad de Agronomía donde se aplicó agua para reponer el 50 y 100% de la lámina se observaron aumentos de los rendimientos en un 70% respecto al mismo cultivo bajo producción de secano (dependiendo únicamente del aporte por lluvias) (Galván et al., 2004).

Si los riegos se dieran en una secuencia muy distanciada en esta etapa, los rendimientos se verán disminuidos por un adelantamiento de la cosecha, dado que aumenta la senescencia de hojas y no se producen suficientes fotoasimilados para que se transloquen al bulbo. Si se adelanta la cosecha se obtendrán diámetros menores y mayor aparición de bulbos dobles, lo cual baja la calidad comercial (Ramos, 1999).

La fertilización nitrogenada influye directamente en el rendimiento de los cultivos y en el caso de la cebolla tiene un efecto directo en el desarrollo y calidad de los bulbos, ya que el Nitrógeno tiene un rol muy activo en las actividades fisiológicas de las plantas por estar vinculado directamente con el proceso de división celular.

El nitrógeno es el nutriente más demandado en el mundo dado que influye directamente en el rendimiento de los cultivos y se asocia al desarrollo vigoroso de los cultivos. En el caso de la cebolla tiene un efecto directo en el desarrollo y calidad de los bulbos ya que esta directamente vinculado al proceso de división celular (Dilruba et al., 2006). En cebolla, el nitrógeno es un nutriente esencial y suele limitar el rendimiento ya que tiene gran efecto en el tamaño del bulbo (Geisseler et al., 2022). Tanto el exceso como el déficit de nitrógeno en la planta contribuyen con un periodo vegetativo extendido, madurez tardía y el aumento de la susceptibilidad a patógenos y plantas más suculentas (vigorosas) o por plantas débiles (Vega Contreras, 2015). El déficit de nitrógeno hace que las plantas se debiliten, crezcan con lentitud y envejezcan con mayor rapidez (Dilruba et al., 2006).

El nitrógeno es un nutriente móvil en el suelo, por este motivo se da una alta competencia entre las plantas por su obtención. Se ha demostrado que en los primeros 70 días post-trasplante se extrae el 8.8% del nitrógeno total requerido por el cultivo (Zink, 1996). Por lo que plantaciones más densas demandarán mayor cantidad de este nutriente, dado que es el principal nutriente responsable de la elongación celular y aparición de nuevas hojas. Un buen desarrollo foliar no solo dependerá de la correcta densidad y de un buen suministro de nutrientes (Arboleña, 2005a).

Por otra parte, la absorción del nitrógeno se hace más pronunciada desde inicio de la bulbificación haciéndose máxima cuando llega a los 145 días post trasplante, momento de máxima extracción del cultivo en el que se llega a extraer entre 1,1 y 3,4 Kg/ha/día. Luego esta demanda decrece lentamente hasta el momento de la cosecha (Sullivan et al., 2001).

Un factor muy importante que afecta a los rendimientos y al desarrollo del área foliar (AF) de este cultivo son las enfermedades. Dentro de las enfermedades más importantes del cultivo está el mildiú causado por *Peronospora destructor*. Ataca el cultivo luego del trasplante y afecta severamente el AF (Messiaen & Lafon, 1968).

El mildiú actualmente constituye la enfermedad de mayor importancia en el cultivo de cebolla en Uruguay. Afecta tanto la producción de bulbos como la producción

de semilla. Este patógeno ataca a las láminas de las hojas por penetración directa a través de los estomas. Una vez infectada, se desarrolla formando una masa fúngica de color gris sobre la hoja (esporulación). Su control es de suma importancia ya que las pérdidas de área foliar que se dan ocasionan la disminución de los rendimientos, y la disminución de la calidad de los bulbos, así como la calidad de las semillas cosechadas en cultivos destinados a producción de semilla (Messiaen & Lafon, 1968).

El control químico no siempre es totalmente eficaz en el control de esta enfermedad, ya que pueden ocurrir períodos continuados de condiciones favorables para la epidemia, lo que limita la implementación de estrategias exitosas además de su rápida proliferación y la gran resistencia que presenta a varios principios activos utilizados como el Mancozeb (Maeso et al., 2000). El control cultural dado un buen drenaje del área de cultivo, o siembras en densidades adecuadas disminuye los periodos prolongados de humedad y por ende acotan las vías de diseminación o entrada de esporas o bacterias. Además, rotaciones con otras especies o solarizaciones de los canteros logran disminuir la persistencia de muchas enfermedades, así logrando un mayor control (Maeso, 2005).

2.4. MADURACIÓN Y COSECHA

La madurez del bulbo se inicia cuando el falso tallo formado por las vainas de las hojas pierde firmeza y vuelca. Desde este momento se empiezan a secar las vainas de las hojas exteriores formando las catáfilas protectoras del bulbo. El número de catáfilas protectoras va a depender de la variedad. Las variedades precoces tienden a tener menos número de catáfilas y las variedades más tardías pueden llegar a tener hasta siete catáfilas (Carballo & Maeso, 2005).

Hay que tener en cuenta algunos aspectos para incrementar la calidad de la piel en la maduración y la capacidad de almacenamiento. La primera atañe al programa de fertilización, ya que la última aplicación de N y K debería realizarse durante la fase temprana de desarrollo de los bulbos. Su aplicación posterior, especialmente si se da junto con irrigación por goteo, incrementaría el rendimiento final, pero probablemente comprometerá la calidad final de los bulbos y la capacidad de almacenamiento, además del retraso del cerrado de cuello y del vuelco ("El proceso fisiológico", 2014).

Incluso cuando los bulbos están al final de la fase de maduración, un regado rápido puede ofrecer importantes ventajas. En primer lugar, ayuda a refrescar el follaje cuando las condiciones son extremadamente cálidas, lo que dará tiempo a la planta para que los nutrientes pasen de las hojas/raíces al bulbo, mejorando la calidad final. Además, hace el arranque más seguro para el bulbo ya que si el suelo está demasiado seco, las cebollas que están maduras pueden sufrir daños mecánicos, con la consecuente pérdida de calidad comercial ("El proceso fisiológico", 2014).

El momento adecuado para la cosecha se basa en el índice de cosecha. El índice de cosecha se define en base al porcentaje de plantas volcadas y al porcentaje de hoja seca. Distintas experiencias realizadas en INIA permiten recomendar la cosecha de cebollas dulces con un índice de 30-50% de plantas volcadas y las cebollas valencianas (más tardías) con 50-70 %. Dado que el vuelco se produce en un período muy corto, la decisión de cosecha no admite demoras. Cosechas muy tempranas

pueden reducir el tamaño de las cebollas y por tanto el rendimiento, pero cosechas muy tardías pueden significar grandes pérdidas por pudriciones y deterioro de su calidad comercial durante el almacenamiento (Carballo & Maeso, 2005).

La cosecha del cultivo de cebolla tiene diversas formas y su grado de mecanización puede ser muy variable. Sin embargo, lo más común en Uruguay es el uso de una cuchilla cortadora que se pasa unos 5 centímetros por debajo de los bulbos, la cual pasa por unos rodillos y queda engavillada en el campo. Luego se deja un en el campo durante 3 a 5 días si no hay riesgos de lluvias o de quemado de sol para un presecado del cuello. Posteriormente se realiza la recolección. En cualquier sistema que se seleccione para la cosecha es fundamental evitar los golpes o heridas durante el manipuleo. Los daños al follaje y/o el corte del follaje previo a la cosecha es una vía de entrada de bacterias al bulbo, las que posteriormente podrían producir podredumbres de almacenamiento (Carballo & Maeso, 2005).

El curado es un proceso que tiene como objetivo reducir la humedad de las catáfilas externas, del cuello y de las raíces. El proceso de curado puede ser crítico en Uruguay, donde las condiciones climáticas son muy variables durante la cosecha. Los riesgos de deterioro aumentarán cuanto mayor humedad tenga la cebolla, cuantos más daños se produzcan y mayor sea el tiempo requerido para completar el curado (Carballo & Maeso, 2005).

El curado es un proceso de secado de los bulbos, por lo tanto, depende de la temperatura y humedad relativa del aire y de la velocidad con que pase a través de los bulbos. El proceso se completa cuando el cuello está bien cerrado y delgado, las capas externas se encuentren secas y las raíces se desprendan fácilmente. La duración de este proceso puede ser variable según qué control se tenga del ambiente. En general se estima en Uruguay un período de 20 a 30 días cuando el curado se realiza en forma natural a campo y de 2 a 4 días cuando se realiza con curado forzado (Carballo & Maeso, 2005).

Cuando las cebollas se destinan al consumo inmediato no requieren de curado, aunque sí de un secado parcial en el campo. Si se les quiere alargar la vida postcosecha y tener una buena conservación, los bulbos necesitarían estar bien curados antes de ser almacenados. La razón o velocidad del proceso de curado dependerá principalmente de la temperatura del aire, de la humedad relativa, de la ventilación y de la humedad en el cuello al momento de la cosecha (Fornaris, 2012).

2.5. REPRODUCCIÓN

Al ser la cebolla un cultivo bianual, la fase reproductiva se da el segundo año de cultivo. La etapa reproductiva es fundamental dado que se define la superficie destinada al cultivo de cebolla en el siguiente año y por lo tanto del abastecimiento que pueda tener una localidad. De igual forma es una etapa que mayormente está establecida en predios productores de semillas (semilleristas) o bien en predios que producen su propia semilla. No obstante, no todos los productores optan por tener semilla propia, sino que prefieren comprar a instituciones que garantizan su calidad genética (Dogliotti et al., 2011).

La fisiología de la floración de la cebolla comprende diferentes etapas. La primera etapa corresponde al período juvenil, la segunda etapa es de inducción floral (que requiere vernalización), la tercera etapa es de diferenciación floral, que comprende la aparición de la inflorescencia, el crecimiento del escapo y la formación de las flores. Cada etapa tiene sus requerimientos específicos y varios factores son los que afectan a esta fase del cultivo. Los principales requerimientos para la formación de las flores y semillas abarcan la temperatura, la luz, tamaño del bulbo, fertilización, genotipo, dormición y vernalización (Fulgina, 2022).

Durante el primer año de cultivo se deben descartar las plantas visualmente enfermas, eligiendo las vigorosas y con las características propias de la variedad para conservar y utilizar en el semillero. En la cosecha se deben de elegir aquellos bulbos que no tengan cuellos anchos, así como exentos de plagas o enfermedades, descartar bulbos dobles, con lesiones o de colores/forma no característicos de la variedad (Tascón Rodríguez, 2012).

El desarrollo de la etapa reproductiva en otras regiones con latitudes altas, con inviernos muy fríos y veranos frescos, el ciclo es iniciado en primavera y termina a mediados o fines del verano. Sin embargo, en Uruguay los ciclos se inician a finales del invierno o principios de primavera y se extiende hasta fines de diciembre o enero con la cosecha de semillas (Dogliotti et al., 2011).

Cada bulbo plantado produce una planta con varios brotes y cada uno desarrollará hojas y tallos florales. Es necesario, para evitar que el viento tumba las plantas, colmarlas o aporcarlas, o bien, sujetarlas con alguna estructura de conducción a base de cuerdas, cañas, etc. Las flores, con pétalos de color blanco, se agrupan formando umbelas de cientos de flores (a veces son más de 1000) que florecen escalonadamente (Tascón Rodríguez, 2012).

Este cultivo tiene la capacidad de producir una gran cantidad de semillas por planta, ya que cada planta forma varias inflorescencias (con máximos entre 8 y 14). Una inflorescencia tiene entre 200 y 600 flores. Cada flor puede llenar hasta 6 semillas. Con días cálidos y noches frescas (35/18°C día/noche) se produce un mayor número de semillas que con temperaturas más frescas, por tanto, es de suponer que las primeras flores producirán menos semillas que las últimas. Cada gramo de semillas de alta calidad puede contener entre 250 a 350 semillas (Tascón Rodríguez, 2012).

Para obtener semilla de alta calidad es necesario tener un manejo sanitario adecuado a lo largo del semillero. Las plagas de mayor importancia en el cultivo son *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci* (Thrips) ya que son transmisores de virus y pueden llegar a causar grandes problemas en la obtención de semillas de calidad con graves pérdidas en la producción. Los trips poseen un aparato bucal raspador-succionador que absorbe la savia de los tejidos, removiendo los líquidos celulares, afectando al IAF. A su vez, los daños causados por estos son puntos de entradas para patógenos como *Alternaria* (Paullier, 2005).

Luego de cosechadas y acondicionadas, las semillas se deben guardar en un recipiente adecuado (especialmente frascos de vidrio), en un lugar seco y fresco, dado que los factores que más afectan a la pérdida de viabilidad de las semillas es la humedad y luego la temperatura. Si las semillas se desecan bien (por ejemplo, con bolsitas de gel de sílice) y se guardan a 4 °C, se pueden conservar más de dos años en condiciones

de viabilidad. Sin embargo, si no se controlan adecuadamente estos dos factores la viabilidad puede decaer en un 50% al año siguiente (Tascón Rodríguez, 2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental Centro Regional Sur (C.R.S.), Facultad de Agronomía. El C.R.S. está ubicado en el camino Folle Km. 35 s/n, Rincón del Gigante, Progreso, Canelones. El trabajo consistió en un ensayo comparativo de variedades y cultivares de cebolla tanto nacionales como importadas, en donde se midieron diferentes atributos y parámetros a lo largo del cultivo. Para la comparación de los diferentes materiales genéticos se utilizaron tres fechas de siembra y trasplante para respetar las fechas óptimas recomendadas de cada variedad.

Los ensayos comparativos para las tres fechas de siembra se ubicaron uno contiguo al otro, por lo tanto, los suelos son similares en todo el ensayo. Los suelos predominantes de la zona pertenecen al Orden de Suelos Melánicos, Gran Grupo Vertisoles o Brunosoles. Los suelos de la zona se ubican en los grupos 10.8a y 10.8b. En estos grupos se encuentran principalmente Vertisoles Rúpticos Típicos y Lúvicos (Grumosoles) y Brunosoles Éutricos y Subéutricos Típicos (praderas negras y pardas medias), de color negro o pardo muy oscuro, textura franco-arcillo-limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados. Normalmente presentan alta materia orgánica y alta fertilidad natural. El suelo en el que se realizó el ensayo se clasificó como Brunosol.

3.2. MATERIAL VEGETAL

Como se puede observar en la tabla 1 la procedencia del material vegetal fue principalmente de origen nacional. La variedad "Regia" es la única variedad de origen importado, que se mantiene en el Uruguay desde hace varios años (multiplicación como VPA). Dentro de los materiales de origen nacional algunos son cultivares producto de los programas de mejoramiento nacionales (VPA), otras son líneas avanzadas de los programas de mejoramiento y otras son poblaciones locales (variedades criollas). Además, los diferentes materiales que se incluyeron en el total de ensayo presentan distintos ciclos ya que tienen diferente fotoperiodo crítico. Por ejemplo, el cultivar "INIA Rocío" o "INIA Casera" son de día corto (DC), "Pantanos del Sauce CRS" es un cultivar de día intermedio (DI) y el cultivar "INIA Santina" es de día largo (DL).

Tabla 1

Descripción varietal de los distintos materiales vegetales utilizados en los experimentos

Variedad	Origen	Tipo de Material	Ciclo	Conservación
22E	Nacional	Línea avanzada	DL	
Campera (9719)	Nacional	PL (Población Local)	DL	240-270 días
Albana (LB01)	Nacional	Cultivar (cruzamiento)	DC	90-120 días
Canarita	Nacional	VPA	DI	120-180 días
Casera	Nacional	PL Casera Urroz (Población Local)	DC	90-120 días
IF Dulce	Nacional	VPA	DC	60 días
Naque (LB02)	Nacional	VPA	DC	90 días
Pantanoso	Nacional	VPA	DI	120-180 días
Armonía (PxR)	Nacional	VPA	DI	180-240 días
Regia	Importada	VPA	DI	50-70 días
Roció	Nacional	PL (Población Local)	DC	90-120 días
Santina	Nacional	Cultivar	DL	150-210 días
SG05	Nacional	Cruza	DC	
SG12	Nacional	Cruza	DC	
Simona	Nacional	Cruza entre INIA Naque e Híbrido Rojo Dulce	DI	150-210 días
Sintética	Nacional	PL 7 Cascaras (Población Local)	DL	150-210 días

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO

El diseño experimental del ensayo para las tres fechas de siembra y trasplante fue de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones con parcelas divididas en el tiempo. A partir de cosecha el diseño experimental fue un DBCA.

En el DBCA con parcelas divididas en el tiempo los tratamientos fueron los distintos materiales genéticos. La parcela es el espacio físico que ésta ocupo y la repetición fue la medición en cada planta para cada evaluación. En el análisis estadístico se ajustó la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}(V) + M_k + (V*M)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media poblacional

V_i = efecto de i-ésimo tratamiento.

β_j = efecto de j-ésimo bloque.

ε_{ij} = error experimental del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima repetición.

M_k = efecto de la medición.

$(V*M)_{ik}$ = Efecto de la interacción tratamiento*medición.

ε_{ijk} = error experimental del i-ésimo tratamiento en la k-ésima medición en el j-ésimo bloque

Para las variables rendimiento total y rendimiento comercial (DBCA) se ajustó la siguiente ecuación:

$$Y_{IJK} = \mu + V_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable de respuesta

μ = Media poblacional

V_i = efecto de i-ésimo tratamiento.

β_j : Efecto del j-ésimo bloque.

ε_{ijk} : Error experimental del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

3.4. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS

3.4.1. Periodo siembra a trasplante

La preparación de los canteros para los almácigos comenzó en diciembre de 2020, cuando se armaron los canteros y se solarizaron. Los canteros permanecieron cubiertos con el nylon de la solarización hasta la siembra. Al momento de la siembra se retiró el nylon y se rastrilló para armar la cama de siembra. Se utilizaron 3 m de cantero para la instalación del almácigo para cada material vegetal en cada fecha de siembra, a una densidad de 4 gramos por m². La siembra se realizó en líneas transversales al cantero. Se colocaron dos cintas de riego por goteo por cantero.

En la tabla 2 se presentan las fechas de siembra y trasplante para cada uno de los experimentos (fechas del ensayo), y los días entre la siembra y el trasplante (edad del plantín). Se utilizaron tres fechas de siembra que contemplaron los distintos grupos de materiales genéticos evaluados (DC, DI, DL). Se procuró que las fechas fueran cercanas a las óptimas, para brindar a cada material las condiciones ambientales adecuadas para una buena germinación y crecimiento. La fecha de siembra para las variedades de día corto fue el 24 de marzo (primera fecha), para las variedades de día

intermedio fue el 7 de abril (segunda fecha) y para las variedades de día largo el 27 de abril (tercera fecha) (tabla 2). Durante el crecimiento de los almácigos, se monitoreó la presencia de síntomas de botrytis. Solamente se realizó una aplicación con 25 g Fludioxonil + 37.5 g Cyprodinil Switch en el almácigo de tercera fecha a inicios de septiembre.

Tabla 2

Fecha de siembra y trasplante de los cultivares y edad del plantín según ensayo 2021

Ciclo	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3
Siembra	24 de marzo	7 de abril	27 de abril
Trasplante	15 de junio	22 de julio	3 de septiembre
Edad del plantín	85	121	129

El trasplante se realizó cuando los plantines alcanzaron un tamaño óptimo para la mayoría de las variedades. Se entiende por plantín óptimo a todo aquel que alcance una altura mínima de 25-30cm, de un grosor de un lápiz, que contenga al menos 3 hojas desarrolladas y sin síntomas de enfermedades, además de un buen desarrollo radicular.

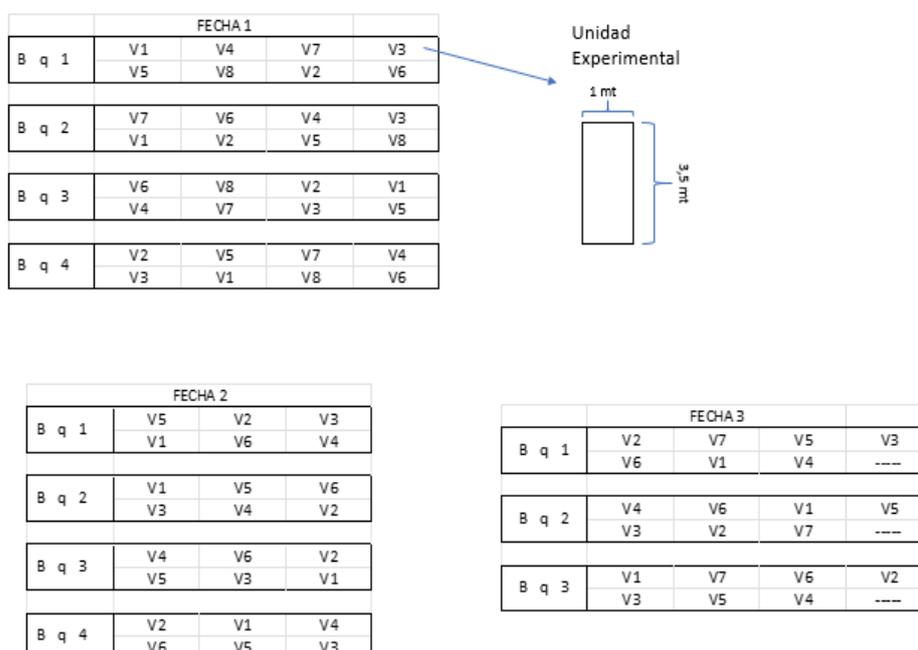
3.4.2. Periodo trasplante a cosecha

Los tres ensayos se instalaron en parcelas de 3,5 m de largo con un total de 105 plantas por parcela. El trasplante se realizó en canteros de 1,4 m de ancho a 3 filas por cantero. La distancia entre plantas fue de 10 cm y la distancia entre las filas fue de 15 cm. En cada cantero se colocaron dos cintas de riego. Una vez a la semana durante todo el ciclo se aplicó una lámina de agua de manera de satisfacer la demanda. La densidad del trasplante fue de 215.000 plantas/ha.

En la figura 1 se muestra el mapa de campo para las tres fechas de trasplante. Los bloques fueron separados por un espacio de 50 cm. Además, se sembraron bordes con la variedad Armonía para aislar el cultivo de insectos como las hormigas.

Figura 1

Croquis del ensayo completo, ubicación y distribución de las variedades (parcelas) en cada experimento



Luego del trasplante se realizaron dos aplicaciones de fertilizante (urea) a una dosis de 150 Kg/ha cada una (138 kg N/ha en total). La primera aplicación se realizó a los 20 días del trasplante, y la segunda a los 50 días post-trasplante. En la tercera fecha las variedades presentaban bajo crecimiento foliar aún luego de pasado 20 días de la segunda aplicación. Entonces, se realizó una tercera aplicación a los 70 días postrasplante a una dosis de 90 kg/ha (180 kg N/ha en total).

Desde agosto se realizaron aplicaciones para el control de enfermedades, principalmente para el mildiú causado por *Peronospora destructor*. Los principales principios activos utilizados fueron Metalaxil 4% + Mancozeb 64% (Ridomil) los cuales se aplicaron una vez por semana a una dosis de etiqueta (2 Kg/ha). Además, desde septiembre se cambiaron las formulaciones empezando desde entonces a aplicar Cymoxanilo 8% + Mancozeb 64% (Facym) junto con cobre para el control de *Peronospora* y bacteriosis a una dosis de etiqueta de 1,5 Kg/ha. Luego semanalmente se fueron rotando los principios activos con Metalaxil 4% + Mancozeb 64% (Ridomil) siguiendo las dosis recomendadas de etiqueta.

En el control de las malezas se utilizó la solarización como medida cultural previo a los trasplantes de los ensayos, para así bajar el banco de semillas de malezas y retardar su germinación. Para el control de malezas se aplicó Propaquizafop 10% (Doxon) a una dosis de etiqueta de 0,5 a 1 L/ha a los 30 y 70 días post-trasplante en cada fecha del ensayo.

3.4.3. Periodo cosecha y curado

El índice de cosecha se definió cuando el 30% de las plantas habían volcado. Este porcentaje se determinó contando la cantidad de plantas con el follaje volcado

sobre la cantidad de plantas totales para cada bloque y variedad según fecha de trasplante correspondiente.

Cuando cada variedad alcanzó el índice de cosecha, se cosechó y se evaluó el porcentaje de hoja verde. Para esta evaluación se procedió a realizar una observación de cada bloque y se le asignó un porcentaje de hoja verde. Los valores oscilaron desde el 30% al 70% de hoja verde.

Posteriormente, las cebollas se cosecharon y se las engavilló. La gavilla se dejó reposar por un periodo de 15 días a campo para mejorar el cerrado del cuello y bajar la incidencia de bacteriosis en la postcosecha. Las gavillas quedaron en su bloque correspondiente según su variedad y fecha de trasplante. Antes del traslado al galpón se etiquetaron los cajones por bloque y variedad para cada fecha correspondiente, luego en el galpón se continuó el secado de los bulbos por un periodo de 50 días. Para muchas variedades de la primera fecha experimental, al momento de la cosecha ocurrieron precipitaciones, por lo que la cosecha se vio retrasada. Por este motivo, muchas de las variedades al momento de cosecha presentaron un vuelco entre 50-60%. En el resto de las fechas de ensayo se logró realizar la cosecha más cercana al índice de cosecha previamente establecido.

3.5. DETERMINACIONES

3.5.1. Muestreos durante el crecimiento del cultivo

Al momento del trasplante se seleccionaron 20 plantines al azar para realizar un muestreo. El objetivo de este muestreo fue conocer el estado de las plantas de cada variedad al momento del trasplante. Luego de este muestreo inicial se realizó una secuencia de muestreos cada 20 días aproximadamente para analizar la evolución del crecimiento de cada variedad en curvas de crecimiento.

La metodología consistió en muestras compuestas de 20 plantas por bloque de cada variedad. Se midió el peso total de la planta, largo total, diámetro menor y mayor, número de hojas, peso del bulbo, cuello y hojas; área foliar (AF), peso del área foliar y contenido de materia seca (MS).

3.5.2. Muestreos post-cosecha

A los 50 días se terminó el proceso de curado y se inició el periodo de almacenamiento. Las parcelas fueron descoladas, manteniéndose la identidad asignada en campo. Luego de esta etapa, se prosiguió a realizar evaluaciones postcosecha, las cuales se realizaron en dos etapas. La primera evaluación se realizó en galpón en donde se clasificaron los bulbos por calibre según bloque y fecha experimental para cada variedad. Los rangos de calibres utilizados fueron los comerciales: 4-5 cm chico; 5-7 cm mediano; 7-9 cm grande, y descartes (< 4cm, > 9 cm, bulbos deformes, podridos o dañados). La segunda evaluación consistió en tomar al azar 20 bulbos comerciales dentro de cada bloque de cada variedad y fecha experimental. Estos bulbos fueron trasladados al laboratorio en donde por métodos destructivos se midieron las siguientes características: peso, diámetro menor y diámetro mayor; forma del bulbo; color externo e interno; número de catáfilas protectoras (cáscaras), número de centros; y sólidos solubles °Brix (sólidos solubles totales).

4. RESULTADOS

En este apartado se presentan los datos procesados obtenidos tras las evaluaciones realizadas en los trabajos experimentales. Los resultados se muestran mediante curvas de crecimiento, cuadros de análisis de distintas características tales como inicio de bulbificación, AF máxima, rendimientos, cuadros comparativos de calidad postcosecha e histogramas

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES GENÉTICOS

En el Cuadro 3 se resumen algunas características de los materiales genéticos de cebolla estudiados. Como se puede observar, las variedades más precoces (DC) presentaron los ciclos más largos. Mettananda y Fordhan (1999) plantearon la importancia de lograr un plantín de buena calidad y con una alta área foliar en edades tempranas para así poder alargar el ciclo.

Como fue reportado por Brewster (2008) y por Izquierdo et al. (1981), las variedades de cebolla más tardías (DL) presentaron el mayor porcentaje de hoja seca. Esto se observa debido al momento de cosecha y el momento del año en el que culminan su ciclo. Esto sucede ya que a medida que aumenta la temperatura, también lo hace la senescencia de hojas por un aumento en el metabolismo de la planta, principalmente en la respiración.

En las variedades de día largo (DL) se presentó un menor porcentaje de vuelco en la mayoría de las variedades, no alcanzando en muchos casos el 50%. Esto se explica por una aplicación de nitrógeno amoniacal (urea) realizada a mediados de noviembre, que causó un crecimiento mayor del área foliar pero consecuentemente se dio un retraso en el cerrado del cuello del bulbo y el volcado del follaje. Citando a varios autores tales como Vega Contreras (2015), Dilruba et al. (2006) y "El proceso fisiológico" (2014), mencionan a la alta disponibilidad de N como causante de un alargamiento en el periodo vegetativo, así como un menor % de vuelco.

Tabla 3

Características de las variedades evaluadas en tres fechas distintas (2021)

Cultivares selecciones	y	Fecha de cosecha	Días de trasplante a cosecha	Vuelco (%)	Hoja seca (%)
Fecha 1 (DC)					
INIA Roció		28 de oct	135	30	45
Naqué		4 de nov	143	62	45
Casera		8 de nov	147	75	25
SG 05		8 de nov	147	70	32
SG 12		15 de nov	154	75	25
IFDulce		15 de nov	154	75	25
Albana		15 de nov	154	75	25
Regia		15 de nov	154	75	25
<u>Promedio</u>		<u>9 de nov</u>	<u>149</u>	<u>67</u>	<u>31</u>
Fecha 2 (DC y DI)					
Regia		15 de nov	116	70	25
Naque		15 de nov	116	83	37
Canarita		10 de dic	141	40	40
Pantanoso del Sauce		15 de dic	146	25	60
Armonía (PxR)		15 de dic	146	27	55
Santina		20 de dic	151	50	55
<u>Promedio</u>		<u>5 de dic</u>	<u>136</u>	<u>49</u>	<u>45</u>
Fecha 3 (DI y DL)					
Simona		9 de dic	97	25	35
Pantanoso del Sauce		15 de dic	103	25	35
Armonía PxR		20 de dic	108	30	43
Línea 22E		24 de dic	112	25	60
Campera (UR9719)		24 de dic	112	25	25
Santina		30 de dic	118	50	60
Sintética		30 de dic	118	33	75
<u>Promedio</u>		<u>21 de dic</u>	<u>110</u>	<u>30</u>	<u>48</u>

4.2. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS, PESOS PROMEDIOS DE BULBOS Y DISTRIBUCIÓN DE CALIBRES COMERCIALES

En la tabla 4 correspondiente a los ensayos de la Fecha 1 (DC) con cultivares precoces, “Regia” fue el cultivar que obtuvo mayor rendimiento comercial estadísticamente significativo, logrando 27 mil kg/ha y un peso promedio de bulbo (PPBC) comercial notoriamente superior al resto con casi 143 gramos promedio por

bulbo. Por debajo del nivel de rendimiento de Regia, se ubicaron una serie de cultivares de origen nacional que no mostraron diferencias significativas entre ellos en sus rendimientos comerciales, y que estuvieron en rendimientos entre los 13 a 17 mil kg/ha.

La variedad "INIA Naqué" mostro el segundo rendimiento comercial más alto. Además, este cultivar presentó el menor porcentaje de descartes. La variedad "INIA Rocío" fue la más precoz, ya que se cosechó la última semana de octubre, aunque la misma presento los rendimientos totales, rendimiento comercial y peso promedio de bulbo más bajos, logrando 10464 y 7770 Kg/ha para el rendimiento total y comercial respectivamente, y un peso promedio de 64 g por bulbo. El ciclo que se implementó en el experimento de la primera fecha acortó el ciclo requerido por el cultivar "INIA Rocío" para que exprese su potencial de rendimiento.

Para el ensayo de primera fecha todos los materiales estudiados lograron un porcentaje de bulbos comerciales mayor al 85%, excepto "INIA Rocío" por el menor tamaño de bulbos. El principal motivo de descarte para el ensayo fue por tamaño de bulbo pequeño (menor a 4 cm de diámetro). No se encontró gran cantidad de podredumbres al momento de la evaluación. Los cultivares "Regia", "IF Dulce", así como "INIA Rocío" presentaron los porcentajes más elevados de descarte. Pero si nos detenemos en este parámetro, tanto para "Regia" como para "IF Dulce" los descartes se debieron principalmente a podredumbres que al momento de la cuantificación se lograron observar. Por el contrario, para "INIA Rocío" los descartes en su mayoría estuvieron explicados por bulbos pequeños que no llegaron al tamaño mínimo comercial. La precocidad de "INIA Rocío" pudo haber perjudicado la obtención de un mayor tamaño del bulbo, y probablemente se adapte a una fecha de siembra y trasplante aún más temprana que la utilizada para la Fecha 1, como ocurre en la zona norte del país que se registran siembras desde fines de febrero. En general, se observó una correspondencia entre el rendimiento y el peso medio del bulbo comercial.

Tabla 4

Rendimientos totales, rendimientos comerciales y estratos de calidad para las variedades de Fecha 1 (2021)

Variedad	Rend. total (kg/ha)	Rend. (kg/ha)	Bulbo Comercial (%)	PPBC (g)	Descarte (kg/ha)
Fecha 1 (DC)					
<i>Regía</i>	30776	27124 a	89 a	142,8 a	3652 a
<i>Naqué</i>	17664	16933 b	95 a	89,5 bc	731 b
<i>IF Dulce</i>	19372	16834 b	86 ab	100,6 b	2538 ab
<i>SG 05</i>	17659	15713 b	86 ab	97,9 b	1946 ab
<i>SG 12</i>	17517	15366 b	87 ab	91,5 bc	2151 ab
<i>Albana</i>	15251	13238 bc	86 ab	85,2 bc	2013 ab
<i>Casera</i>	14233	13229 bc	92 a	74,8 bc	1004 ab
<i>INIA Rocío</i>	10464	7770 c	72 b	63,4 c	2694 ab
<u>Promedio</u>	<u>17867</u>	<u>15776</u>	<u>87</u>	<u>93.2</u>	<u>2091</u>

Nota. PPBC: Peso promedio de los bulbos comerciales (en gramos). Medidas seguidas de letras diferentes son estadísticamente diferentes con un $p < 0,05$. Mediadas seguidas de letras iguales no presentan diferencias significativas con un $p < 0,05$. Variables indicadas con NS no se han encontrado estadísticamente diferencias significativas entre las variedades.

En el caso del ensayo Fecha 2 conformado por variedades de DI y alguna variedad de DC como “Regía”, se lograron los mayores rendimientos totales y comerciales en comparación con los otros dos ensayos (tablas 4, 5 y 6). Aunque el experimento Fecha 2 fue sembrado y trasplantado contiguo a las demás fechas, fue el que logró estar por más tiempo bajo condiciones ideales de crecimiento por lo que logró niveles de área foliar mayores dados por su retardo en la inducción para la bulbificación (en comparación con variedades precoces), y por consiguiente teóricamente logro mayores traslocaciones de asimilados y mayores rendimientos.

En este caso la variedad “Regía” nuevamente ostento los mayores rendimientos comerciales estadísticamente hablado. Aunque se considera una variedad de día corto, tiene un ciclo más largo por lo que se adapta muy bien a fechas más tardías incluso teniendo rendimientos superiores al ensayo de Fecha 1. Los PPBC en general en la Fecha 2 fueron mucho mayores a los alcanzados en los otros experimentos. Esto se debe a que los rendimientos se correlacionan a los diámetros y pesos de los bulbos.

Este resultado coincide con lo mencionado por Dogliotti et al. (2011), quienes mencionan que los rendimientos aumentan con la densidad, pero los diámetros y peso de los bulbos generalmente disminuyen con una mayor densidad.

La población avanzada de mejoramiento PxR llamada hoy día “Armonía CRS” y los cultivares nacionales “Pantanos del Sauce CRS” y “Canarita CRS” ocuparon el segundo lugar en cuanto a rendimiento comercial sin diferencias significativas entre ellos. Estas tres variedades son de origen nacional y por lo tanto tienen una amplia adaptación a las condiciones locales de producción, lo que se expresa en el rendimiento alcanzado.

Tabla 5

Rendimientos totales, comerciales y estratos de calidad para las variedades de Fecha 2 (2021)

Variedad	Rend. Total (Kg/ha)	Rend. comercial (Kg/ha)	Bulbo comercial (%)	PPBC (g)	Descarte (Kg/ha)
Fecha 2 (DC y DI)					
<i>Regia</i>	31328	29607 a	94 a	146,9 a	1721 b
<i>Armonía (PXR)</i>	26756	24613 b	92 a	125,0 b	2143 b
<i>Pantanos del Sauce</i>	25494	24319 b	95 a	119,8 b	1175 b
<i>Canarita</i>	23229	22747 b	98 a	110,9 bc	482 b
<i>Naqué</i>	21316	19725 c	93 a	103,5 c	1591 b
<i>Santina</i>	25075	16227 d	65 b	124,8 b	8848 a
<u>Promedio</u>	<u>25533</u>	<u>22873</u>	<u>90</u>	<u>121.8</u>	<u>2660</u>

Nota. PPBC: Peso promedio de los bulbos comerciales (en gramos). Medidas seguidas de letras diferentes son estadísticamente diferentes con un $p < 0,05$. Mediadas seguidas de letras iguales no presentan diferencias significativas con un $p < 0,05$. Variables indicadas con NS no se han encontrado estadísticamente diferencias significativas entre las variedades.

Por último, los cultivares “Naqué” y “Santina” fueron los que presentaron rendimientos totales y comerciales menores. Estos cultivares presentaron menores rendimientos en cada ensayo en que estuvieron presentes, y particularmente en el ensayo Fecha 2 la variedad “Santina” mostró una alta tasa de floración prematura, y por lo tanto se observó una mayor proporción de descartes que en otros cultivares (tabla 5). El ciclo intermedio no le favoreció a “INIA Santina”, dado que por el tipo de ciclo que

tiene esta variedad (DL), requiere de fechas de siembra y de trasplante más tardías para evitar estos problemas. Puesto además que en esta fecha se presentaron los mayores rendimientos, a excepción de “Santina”, ninguna variedad presentó menos del 90% de bulbos comerciales en este ensayo.

En el ensayo Fecha 3 (DI-DL), los materiales evaluados se diferenciaron poco en su rendimiento comercial y por ende no se encontraron diferencias significativas para muchas de las variedades de rendimiento estudiadas. Esto se debe a que la diferencia mínima significativa (DMS) no fue relevante. La variedad “Simona” fue la de menor rendimiento, y sí presentó una DMS significativa respecto a “Sintética”, variedad criolla que fue la de más alto rendimiento en la Fecha 3.

La variedad criolla “Sintética” fue la que presentó mayor rendimiento comercial, sin diferencias significativas con un grupo de cultivares y selecciones nacionales, grupo que tampoco se diferenció significativamente del cultivar Simona. Todos los materiales evaluados tuvieron un porcentaje de bulbos comerciales mayor a 90%, sin diferencias significativas entre ellos. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los materiales evaluados en el porcentaje de descartes.

Tabla 6

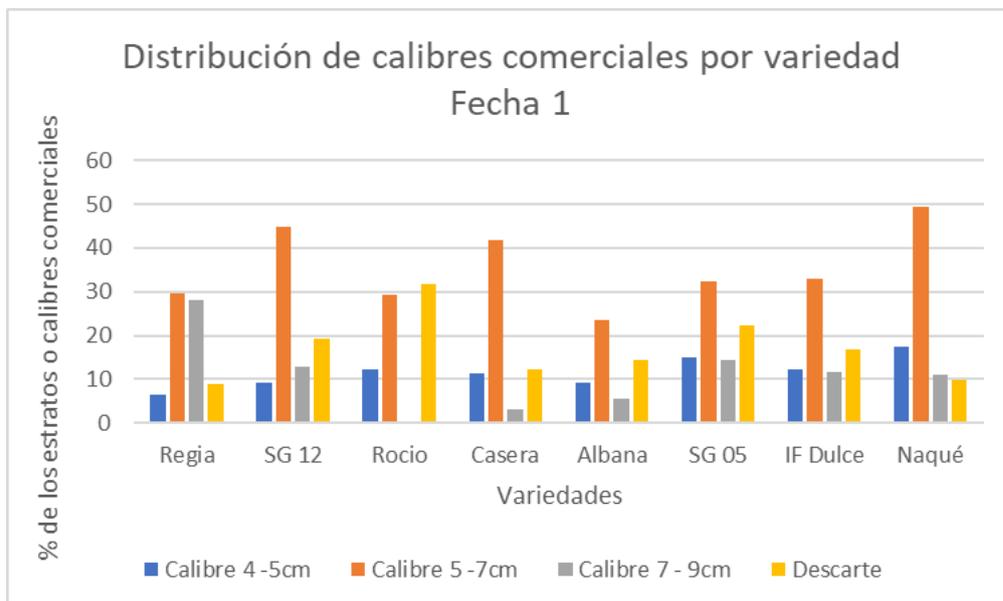
Comparación de rendimientos, comerciales y estratos de calidad para las variedades de Fecha 3 (2021)

<i>Variedad</i>	Rend. Total (Kg/ha)	Rend. Comercial (Kg/ha)	Bulbo comercial (%)	PPBC (g)	Descarte (Kg/há)
Fecha 3 (DI y DL)					
Sintética (VC)	23352	22060 a	94 NS	113,6 a	1292 NS
Pantanos del Sauce	21982	21226 ab	96	104,1 ab	756
Campera (UR9719)	21985	20558 ab	93	101,9 ab	1427
Armonía (PXR)	20744	19110 ab	92	101,2 ab	1634
Santina	19138	17334 ab	90	92,1 ab	1804
Línea 22E	18756	17156 ab	91	92,8 ab	1600
Simona	14451	13153 b	90	73,1 b	1298
<u>Promedio</u>	<u>20058</u>	<u>18657</u>	<u>92</u>	<u>97.0</u>	<u>1402</u>

Nota. PPBC: Peso promedio de los bulbos comerciales (en gramos). Medidas seguidas de letras diferentes son estadísticamente diferentes con un $p < 0,05$. Mediadas seguidas de letras iguales no presentan diferencias significativas con un $p < 0,05$. Variables indicadas con NS no se han encontrado estadísticamente diferencias significativas entre las variedades.

Figura 2

Distribución de los calibres comerciales para las variedades de Fecha 1

**Figura 3**

Distribución de los calibres comerciales para las variedades de Fecha 2

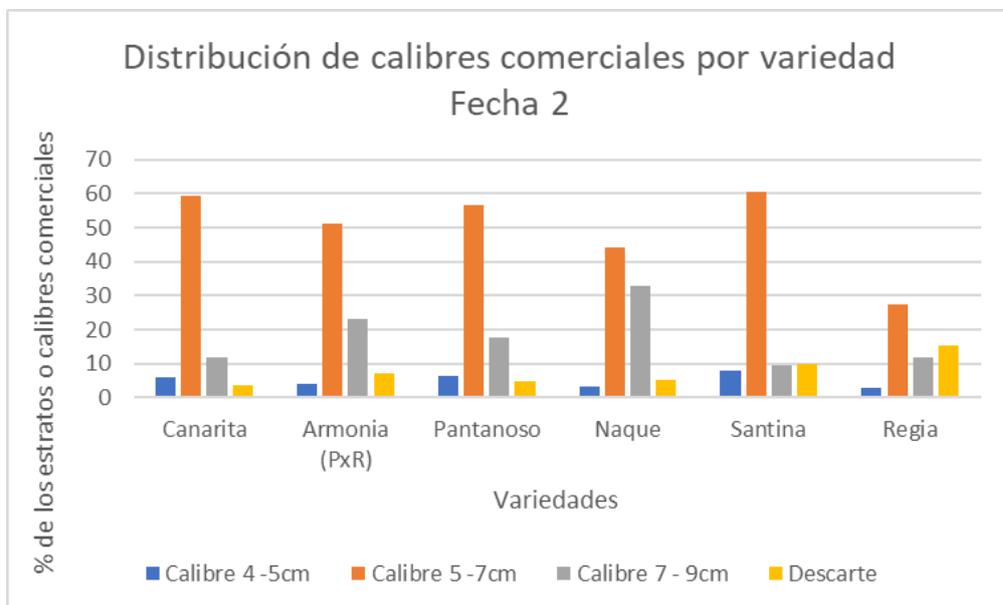
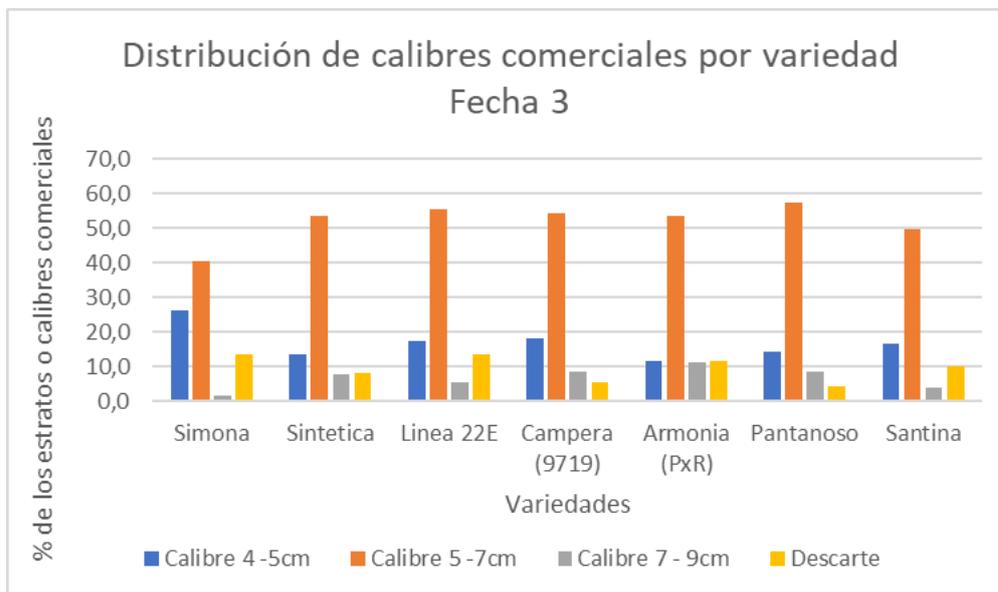


Figura 4

Distribución de los calibres comerciales para las variedades de Fecha 3



En la figura 2, 3 y 4 se muestra la distribución de los calibres comerciales que se obtuvo en las evaluaciones además de los descartes. Tras observar el comportamiento en cada variedad y fecha, se puede corroborar lo citado anteriormente en los cuadros 4, 5 y 6. En el experimento Fecha 2 no solo se obtuvieron los mayores rendimientos, sino que además se lograron los mejores calibres, ya que tanto para la categoría medio (5 a 7 cm) así como para la categoría grande (7 a 9 cm) se lograron 50 % y 18 % respectivamente. En la Fecha 2 se observó un mayor porcentaje de calibres de 7 a 9 cm superando ampliamente a los experimentos de las otras fechas, en las cuales se lograron mayores porcentajes de la categoría anterior (5 a 7 cm).

4.3. COMPARACION DEL RENDIMIENTO TOTAL Y EVOLUCIÓN DEL IAF DE LOS DISTINTOS MATERIALES

En la figura 5 se representó la evolución del índice de área foliar (IAF) para los distintos materiales evaluados en la Fecha 1. Se observa el aumento paulatino del IAF a lo largo del tiempo. Las variedades presentan diferente pendiente de crecimiento. "INIA Rocío" entre los 120 y 140 días no presenta aumentos en el IAF. El nulo crecimiento del área foliar en el cultivar "INIA Rocío" es explicado por su precocidad, dado que es la variedad más temprana en el inicio de bulbificación (IB), que se dio antes de los 120 días desde el trasplante, y luego del inicio de la bulbificación el crecimiento foliar se detiene.

Además, se evaluó la relación del rendimiento total respecto a la evolución del IAF. Para el caso de la Fecha 1 en la figura 6 se observó que las variedades "INIA Naqué", "Regia" y "SG12" a pesar de lograr valores de IAF mayores a 1,60, entre estos tres materiales se encuentran las mayores diferencias en la relación entre el rendimiento total y el IAF. Brewster (1990a) menciona la relación positiva del rendimiento a aumentos

en el incremento del área foliar. Sin embargo, no se logró observar dicho comportamiento en todos los materiales. En el caso de “Regia” e “INIA Rocío” fueron las variedades que presentaron el mayor y el menor rendimiento respectivamente y en este caso se corresponde con que presentaron el mayor y el menor IAF respectivamente.

Sin embargo, para el resto de las variedades se presentaron variaciones en cuanto a la relación entre el rendimiento y el IAF. Se presentaron variedades como “SG12” que presentó mayor IAF que Regia, pero los rendimientos fueron bastante menores. Si bien el IAF es un factor de gran importancia en la formación del rendimiento, no es el único factor que afecta. El estandarizar la fecha de siembra si bien permite comparaciones entre los materiales, puede afectar negativamente más a unos que a otros. Los materiales vegetales que se encuentren más cercanos a su fecha óptima podrán desarrollar su ciclo completamente, mientras que otros se van a ver perjudicados por no tener su ciclo en la fecha óptima.

En los casos en los que no se observa una fuerte correlación entre el IAF y el rendimiento, pueden haber existido otros factores con impacto sobre el resultado productivo. Por ejemplo, dos materiales con el mismo IAF pueden tener diferente susceptibilidad al mildiú de la cebolla, que es una enfermedad que se desencadena en el periodo de bulbificación. En ese caso, la duración del área foliar para las dos variedades será diferente. Esta disminución en los días para bulbificar tendrá impacto en el rendimiento del cultivo.

Figura 5

Evolución del IAF para Fecha 1, desde el trasplante hasta los 140 días post-trasplante

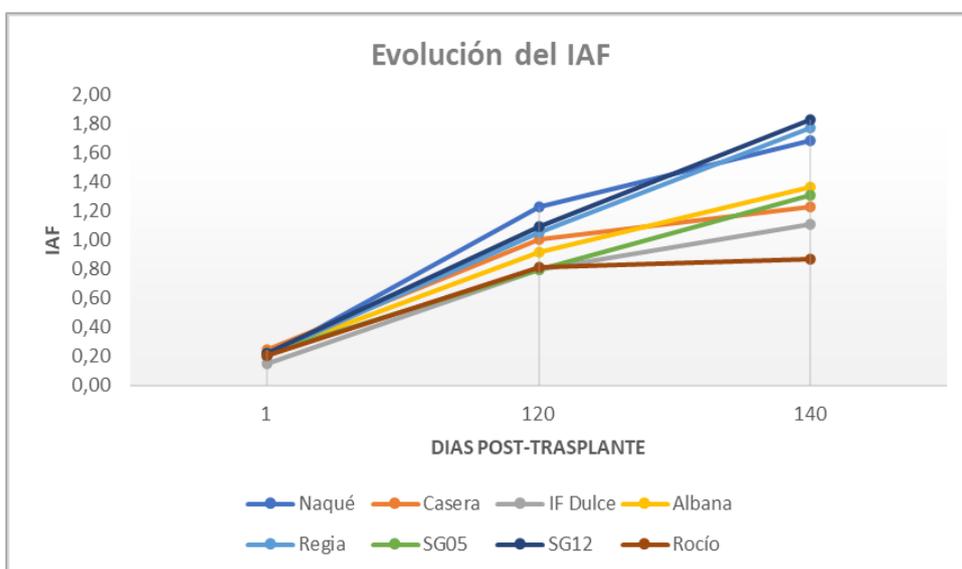
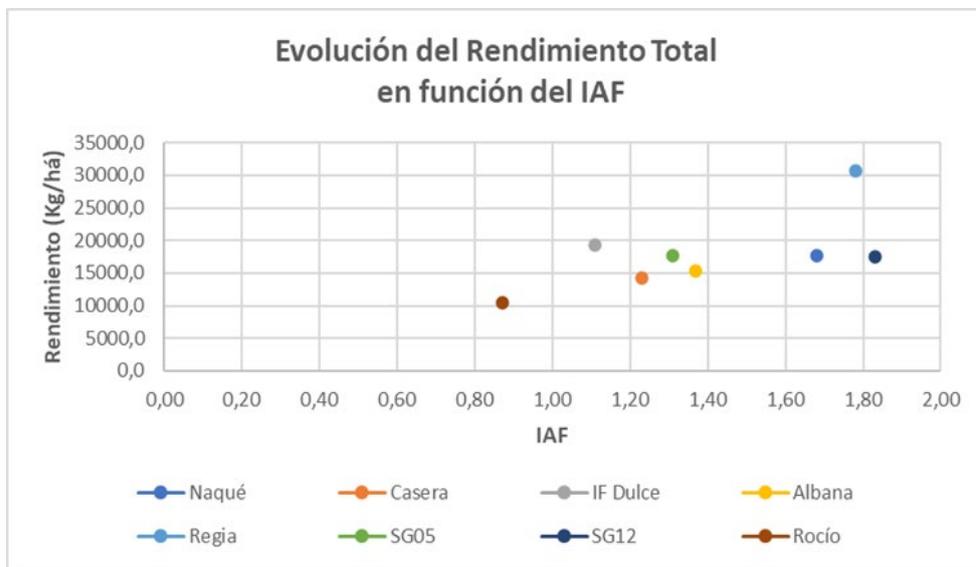


Figura 6

Evolución del Rendimiento Total en función del IAF máximo logrado para Fecha 1



En el ensayo de Fecha 2 dado que la mayoría de los materiales son de DI tienen un ciclo más largo y por ende se realizó una medición más (cuatro mediciones en el ciclo) que en la Fecha 1. Se puede observar en la figura 7 un comportamiento similar de todos los materiales evaluados hasta los 105 días postrasplante, en donde se observa un marcado aumento del IAF hasta esa fecha.

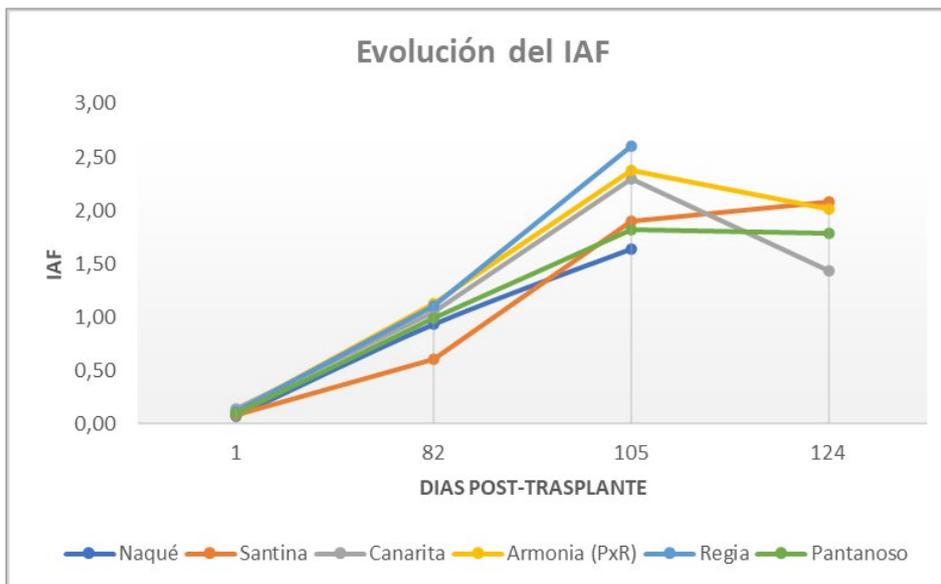
Además, se observa que a los 105 días es el punto máximo de IAF para todas las variedades a excepción de la variedad "INIA Santina". El material "INIA Santina" en el último muestreo realizado a los 124 días post-trasplante, presentó el IAF máximo, ya que es un cultivar de DL por lo que aún no llegó al inicio de la bulbificación y no alcanzó su máximo IAF.

Si se observa la respuesta del rendimiento en función del IAF en la figura 8, al igual que en los materiales de Fecha 1, algunos materiales con menos IAF presentaron rendimientos totales mayores a aquellos con más área foliar. Sin embargo, se aprecia una tendencia al aumento y una correlación positiva entre el aumento de los rendimientos y el aumento del área foliar. Los IAF alcanzados fueron los más altos de todo el trabajo, correlacionado a esto en esta fecha de ensayo se lograron los mayores rendimientos.

En la figura 9 los ensayos de fecha 3 al igual que en los demás ensayos se observa el incremento del IAF a lo largo del tiempo. En este caso, se observa cómo los materiales más tardíos tales como "Campera" (9719), "Línea 22E" o "INIA Santina" en la última fecha de evaluación lograron los IAF máximos que coinciden con el inicio de la bulbificación. Es de resaltar que en el caso de este ensayo los índices de área foliar alcanzados fueron mucho menores a los logrados en los ensayos de Fecha 2, pudiendo estar explicados por las mayores temperaturas durante el ciclo, que pudieron causar mayor senescencia de hojas como consecuencia de un aumento en el metabolismo de la planta (costos de respiración y mantenimiento).

Figura 7

Evolución del IAF para Fecha 2, desde el trasplante hasta los 124 post-trasplante

**Figura 8**

Evolución del Rendimiento Total en función del IAF máximo logrado para Fecha 2

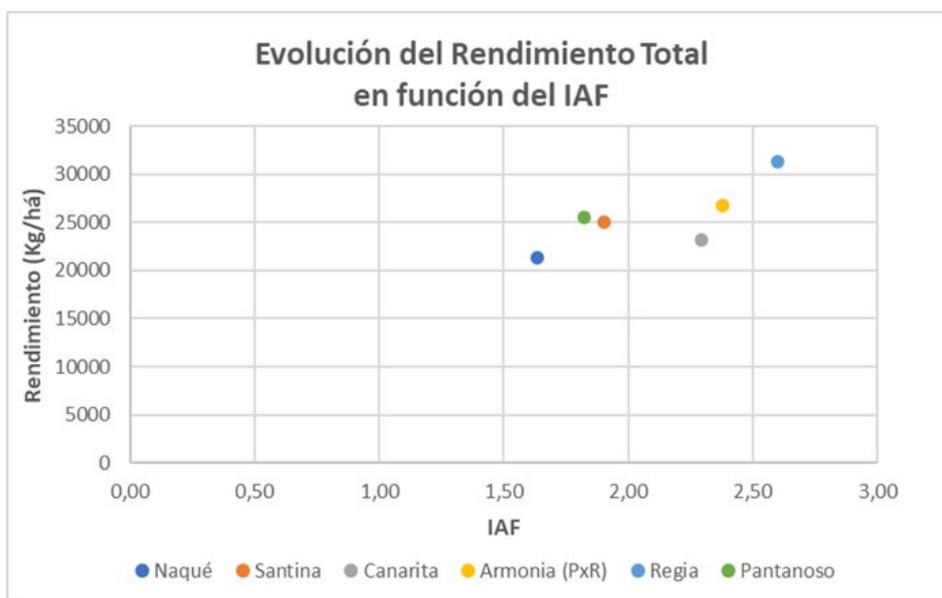
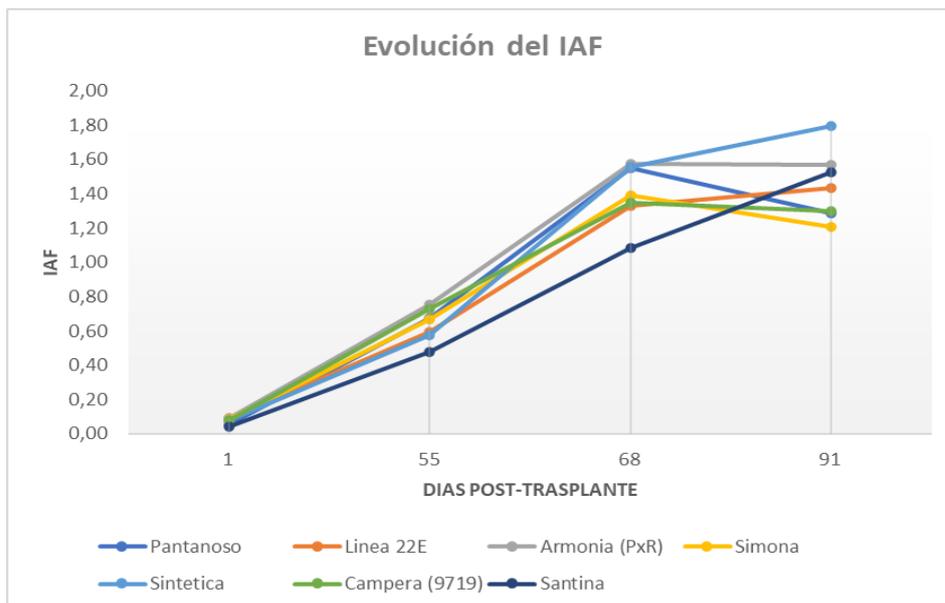
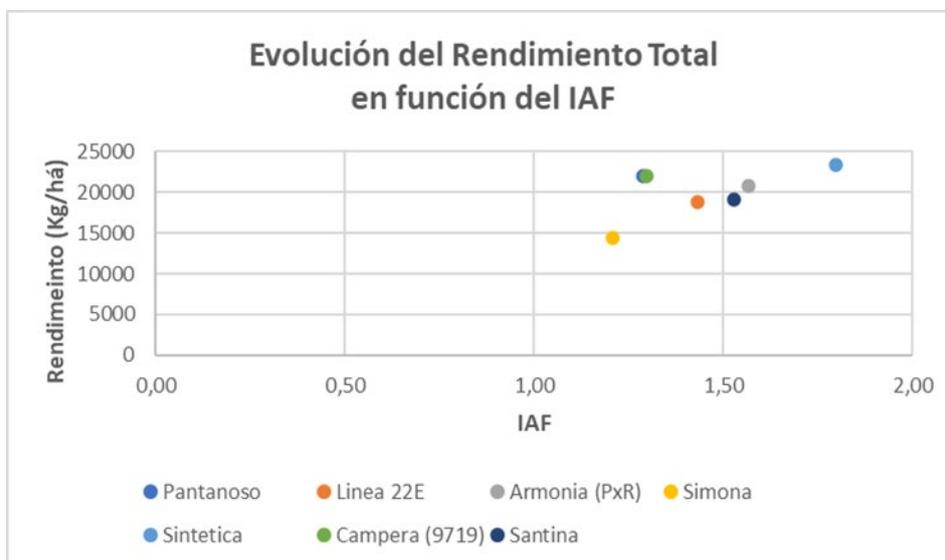


Figura 9

Evolución del IAF para Fecha 3, desde el trasplante hasta los 91 días post-trasplante

**Figura 10**

Evolución del Rendimiento Total en función del IAF máximo logrado para Fecha 3



La relación entre el rendimiento total y el IAF que se observó en la Fecha 3 es igual a la de los demás experimentos, dado que existe una tendencia al aumento del rendimiento con relación al aumento del IAF. Sin embargo, como se podrá observar más adelante en la figura 15, los pesos de la planta fueron inferiores a los obtenidos en la Fecha 2 (figura 13), lo que sumado al menor nivel de índice de área foliar resulto en rendimientos menores en la Fecha 3, no superando los 25 mil Kg/ha.

4.4. EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO PARA LOS DISTINTOS MATERIALES E INICIO DE BULBIFICACIÓN

En este apartado, se representó el avance del crecimiento de la planta por medio de la variable peso total (g). Las variables largo máximo y número de hojas no fueron propicias dado que a inicio de la bulbificación la planta no sigue creciendo o formando nuevas hojas. Dicho lo anterior, en el ensayo de Fecha 1 (figura 9) se observó un aumento paulatino en el peso total en la cual además se evidencia también un crecimiento constante de los bulbos.

Se utilizaron los pesos promedio del conjunto de cultivares para cada fecha de muestreo para hacer más sencilla su interpretación, pero cabe aclarar que en cada fecha de muestreo existió un rango de diferencias entre los promedios de cada cultivar. Por ejemplo, en la última fecha de muestreo tenemos a "INIA Rocío" que llegó a 46 g aproximadamente de peso promedio de bulbos (PPB) y, por otro lado, tenemos a la variedad "SG05" que tenía 20 g de PPB.

Esta variabilidad fue explicada principalmente por los materiales utilizados en este ensayo que principalmente son de DC, pero como el caso de "INIA Rocío", que es un cultivar muy precoz, en esta evaluación ya tenía avanzada la bulbificación. En tanto, el resto de los materiales en ese momento recién estaban entrando a inicio de bulbificación (IB). Por otro lado, dado que la mayoría de cultivares luego de esta evaluación empezaron su periodo de bulbificación no se logró realizar una cuarta evaluación del crecimiento antes de que se cosecharan. Citando a Dogliotti et al. (2011), y observando el comportamiento de "INIA Rocío" se asumió que los incrementos en el peso de la planta fueron causados principalmente por aumentos en el peso de bulbos, y no por incrementos en el área foliar.

En la figura 13 se observa una mayor variación en el peso total y en el PPB para el experimento Fecha 2 que para la Fecha 1 (figura 11), dado que en este caso las variedades son de DI, lo que también permitió realizar una cuarta evaluación. En esta última evaluación para la Fecha 2, se observó que los aumentos en el peso de la planta se lograron principalmente por medio de aumentos en el peso de los bulbos ya que IAF no solo que no había aumentado, sino que además ya había disminuido.

Figura 11

Correlación del peso promedio de bulbo y el peso de planta para Fecha 1

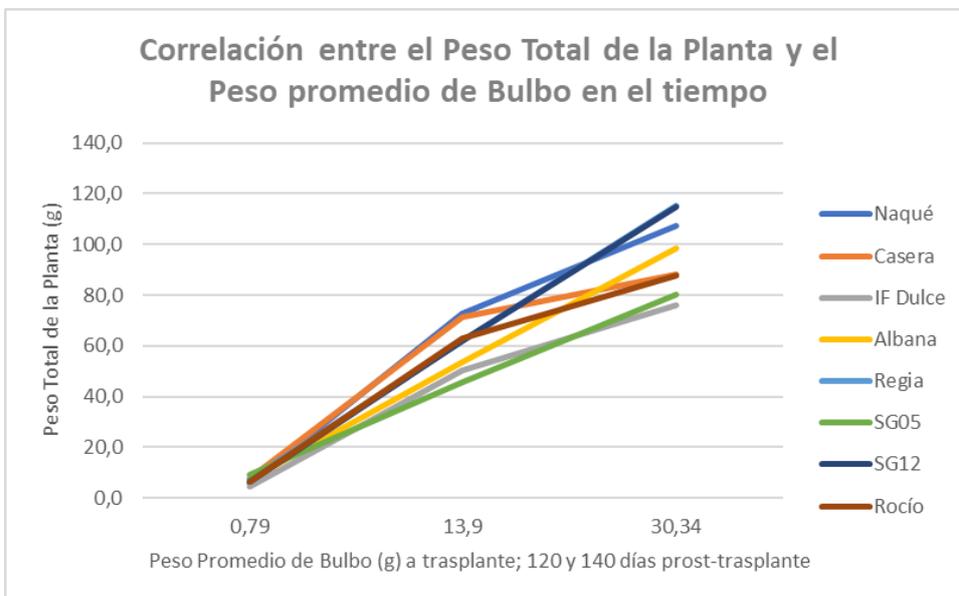


Figura 12

Crecimiento en el tiempo para las variedades de Fecha 1

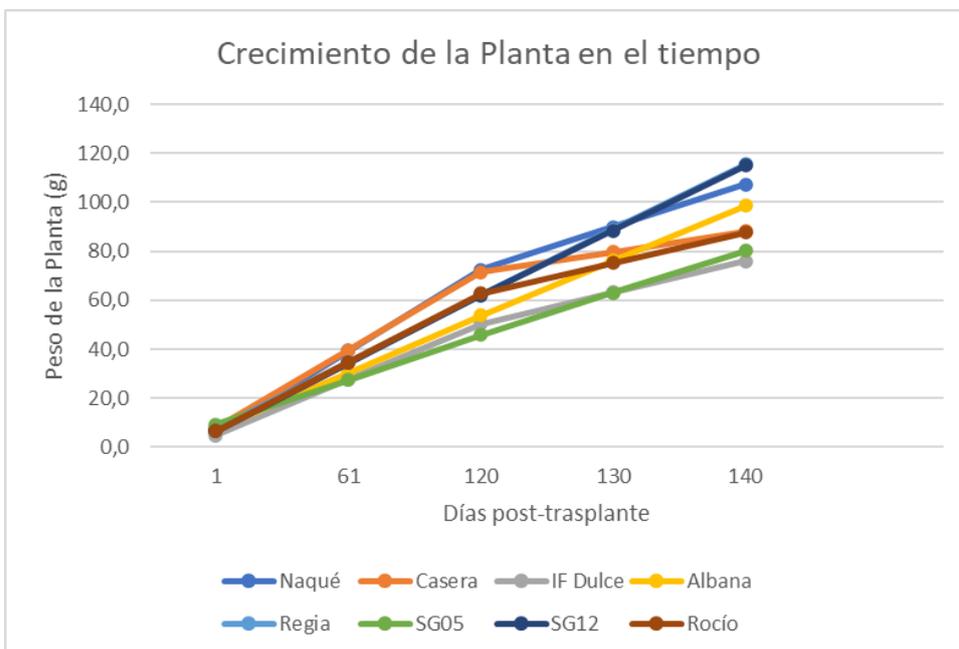
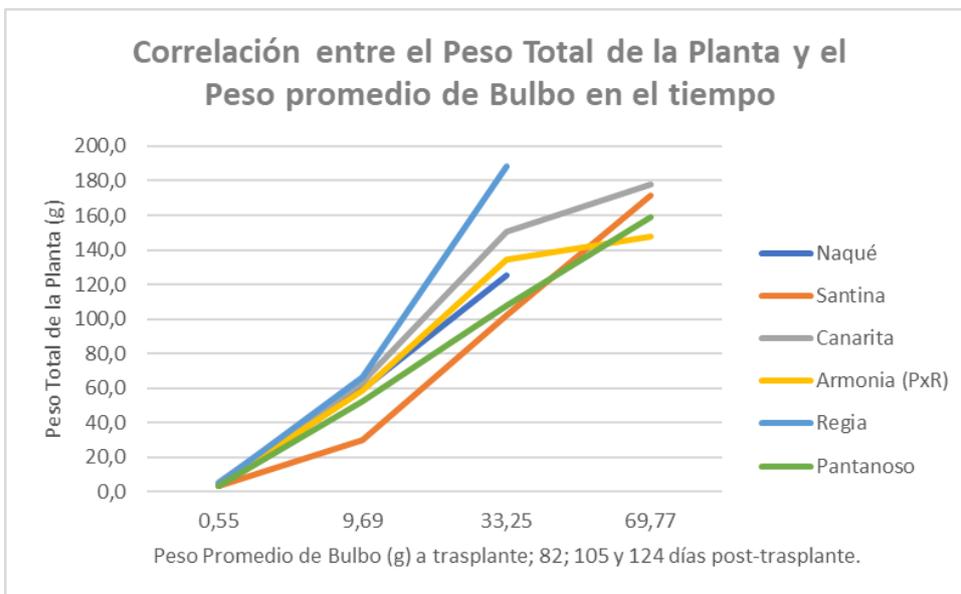


Figura 13

Correlación del peso promedio de bulbo y el peso de planta para Fecha 2

**Figura 14**

Crecimiento en el tiempo para las variedades de Fecha 2

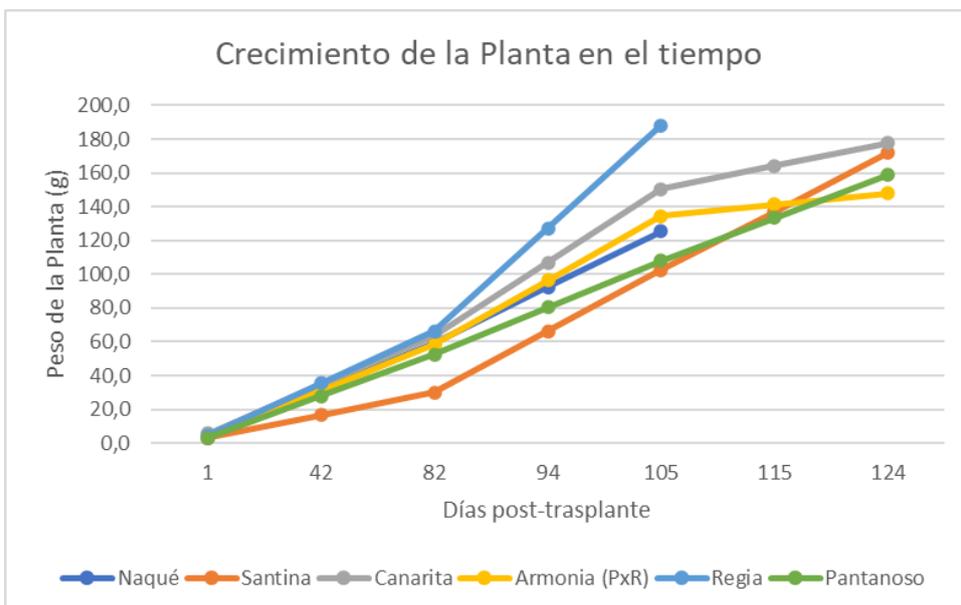
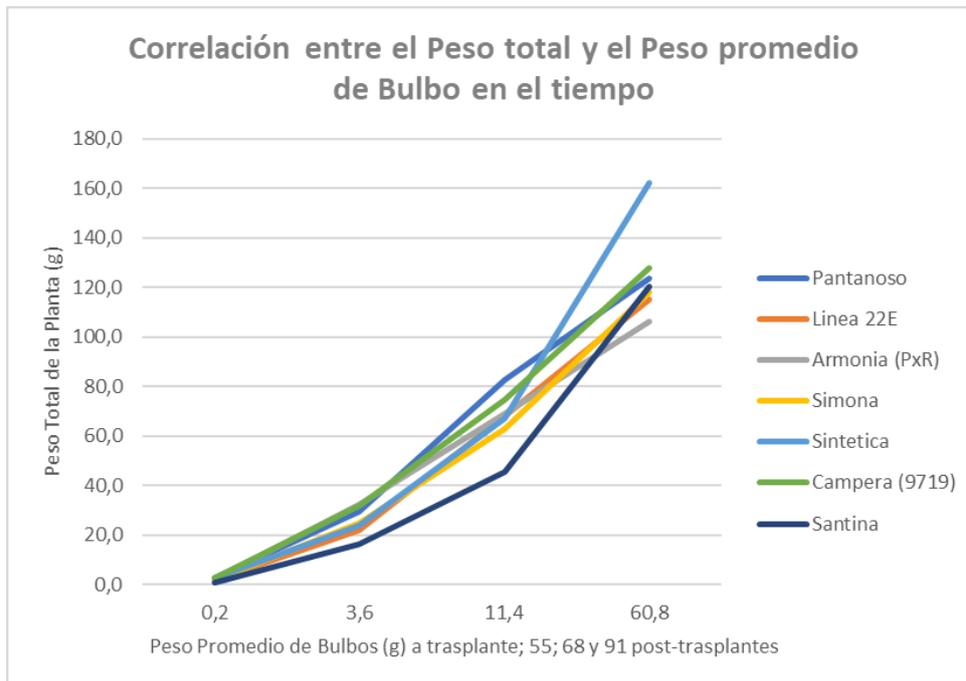
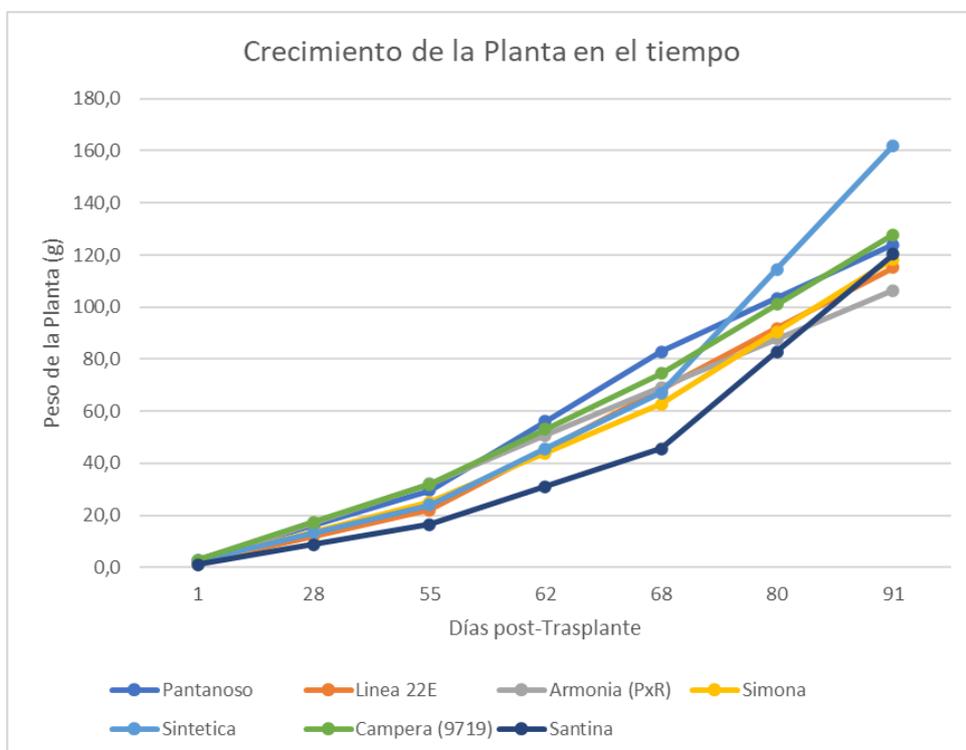


Figura 15

Correlación del peso promedio de bulbo y el peso de planta para Fecha 3

**Figura 16**

Crecimiento en el tiempo para las variedades de Fecha 3



Al igual que para el ensayo Fecha 1, en la Fecha 2 también se observaron diferencias entre las variedades, con un rango que va desde los 15 g de PPB para el cultivar “Santina” hasta los 68 g de PPB para el cultivar “Regia” a los 105 días post trasplante. En el caso de “Regia” el mayor PPB se debe a que es un cultivar de DC, que ya a los 105 días estaba iniciada la bulbificación y se la cosechó antes de la cuarta evaluación.

Por el contrario, “INIA Santina” es un cultivar de DL y aún a los 124 días postrasplante no estaba iniciada la bulbificación por lo que la mayor parte del crecimiento del peso de la planta se debe a los aumentos del IAF. En los cultivares de DI “Canarita” y “Armonía” (PxR), fue donde se observó claramente que el aumento del peso total de la planta fue explicado principalmente a causa de aumento del peso de los bulbos dado que los niveles de IAF en la última evaluación (124 d) eran inferiores a los de la evaluación anterior (105 d).

En el caso del ensayo de Fecha 3 (figura 15), al igual que para los ensayos de Fecha 1 y Fecha 2, a medida que avanza el desarrollo del cultivo se observa un aumento del peso total de la planta, así como del peso promedio de los bulbos. Se observaron diferencias entre los pesos de los bulbos de cada material. En la última fecha de evaluación, comparando el crecimiento con la evolución del IAF se observa que la variedad criolla “Sintética” y el cultivar “INIA Santina” presentaron aumentos crecientes de los PPB, y que también tuvieron crecimientos continuos del IAF.

Lo anterior coincide con el tipo de material (DL), de ciclo tardío. Aunque en este ensayo se incluyeron varios cultivares de día largo, los dos mencionados tuvieron el ciclo más largo (tabla 1). Esta afirmación se ha confirmado a lo largo del Taller IV (2020) de Facultad de Agronomía en donde en uno de los predios productores de cebolla analizados, en años propicios, se llegó a cosechar al cultivar “Santina” en las primeras semanas de enero. Esta extensión del ciclo ha resultado en una mayor proporción de bulbos comerciales de gran calibre, aumentando así también los rendimientos (N. Zunino, comunicación personal, 10 de noviembre, 2020).

Un punto que ha llamado la atención es la forma en las curvas de crecimiento en el ensayo Fecha 3 (figura 15). Desde el trasplante hasta la segunda fecha de evaluación, la pendiente o tasa de crecimiento fue más pequeña que la que se observó entre la tercera y cuarta fecha de muestreo respectivamente. Este comportamiento no se logró evidenciar tan claramente en los ensayos de Fecha 1 y Fecha 2 (figura 11 y 13 respectivamente). Fossatti (2006) encontró que la calidad de los plantines tiene influencia sobre el crecimiento y el rendimiento final del cultivo. En el Ensayo Fecha 3, se demostró la influencia de la calidad del plantín, ya que se observó la ocurrencia de *Botritis squamosa* en los almácigos de “Santina”, lo que resultó en plantines de menor calidad al momento del trasplante. Consecuentemente, se observó que el experimento Fecha 3 fue el que presentó los menores rendimientos en comparación a los demás ensayos.

4.5. COMPARACIÓN DE DIAS A INICIO DE BULBIFICACIÓN Y PERIODO DE BULBIFICACIÓN EN RELACIÓN DEL IAF MAXIMO

Con el objetivo de analizar la relación entre el IAF máximo del cultivo y la duración de la bulbificación reportada por Brewster (1990a), se presenta en la tabla 7 para los experimentos Fecha 1, Fecha 2 y Fecha 3. Para este set de ensayos, no se logró evidenciar una tendencia positiva entre estas dos variables.

Tabla 7

Comparación del IAF máximo logrado, días a IB y duración de la bulbificación (2021)

Cultivares y selecciones	IAF máximo	Días a Inicio de Bulbificación	Duración del periodo de bulbificación
Fecha 1 (DC)			
<i>INIA Roció</i>	0,9	100	35
<i>Naqué</i>	1,7	123	24
<i>Casera</i>	1,2	122	21
<i>SG 05</i>	1,3	126	28
<i>SG 12</i>	1,8	127	20
<i>IFDulce</i>	1,1	133	21
<i>Albana</i>	1,4	134	20
<i>Regia</i>	1,8	126	28
Fecha 2 (DC y DI)			
<i>Regia</i>	2,60	81	35
<i>Naque</i>	1,64	81	35
<i>Canarita</i>	2,29	107	34
<i>Pantanososo del Sauce</i>	1,82	114	32
<i>Armonía (PxR)</i>	2,38	108	38
<i>Santina</i>	2,08	108	43
Fecha 3 (DI y DL)			
<i>Simona</i>	1,39	70	27
<i>Pantanososo del Sauce</i>	1,55	75	28
<i>Armonía (PxR)</i>	1,58	83	25
<i>Línea 22E</i>	1,43	75	37
<i>Campera (UR9719)</i>	1,35	80	32
<i>Santina</i>	1,53	75	43
<i>Sintética</i>	1,80	80	38

Por ejemplo, en el ensayo de Fecha 1 podemos observar que “Regia” efectivamente presentó los mayores niveles de IAF (1,8) y el mayor periodo de bulbificación. Sin embargo, estos niveles también fueron logrados por SG12, pero en este caso sucedió todo lo contrario y presentó el periodo de bulbificación más corto. Si bien el IAF máximo es un factor importante en la duración de área foliar, hay otros factores fisiológicos de respuesta al fotoperíodo y de estrés biótico y abiótico que afectan la duración del período de bulbificación.

Para los casos de Fecha 2 y Fecha 3, los resultados fueron igualmente variables. En el experimento Fecha 2, la variedad “Regia” volvió a presentar los mayores niveles de IAF (2,6) máximo. Sin embargo, la duración del periodo de bulbificación no fue mayor al logrado por la variedad “INIA Naqué”, la cual alcanzó un IAF de 1,64. Algo similar ocurrió los ensayos de Fecha 3 en donde las variedades “INIA Santina” y “Sintética” lograron IAF de 1,53 y 1,80 respectivamente y, sin embargo, el largo del periodo de bulbificación fue mayor en “INIA Santina” que en “Sintética”.

4.6. COMPARACIÓN DE DISTINTOS ATRIBUTOS EVALUADOS EN POST-COSECHA PARA LOS MATERIALES UTILIZADOS.

En la tabla 8 se presentan parámetros de calidad de los bulbos evaluados para todas las variedades incluidas en los tres ensayos y así poder compararlos en conjunto y entre todas las variedades estudiadas. En resumen, todos los materiales presentaron buena calidad en cuanto a color interno, color externo y forma de los bulbos, además de homogeneidad en estas características, a excepción de las variedades de cebolla roja.

La ratio es la relación o cociente entre el diámetro mayor (ecuatorial) del bulbo y el diámetro menor (diámetro del cuello), y es una forma cuantitativa de medir el cerrado del cuello del bulbo. Las variedades de DC presentaron una ratio menor que el observado en otros grupos de variedades de cebolla, lo que significa un diámetro mayor de cuello, o peor cerrado del cuello. Este resultado es relativamente esperado en estos cultivares, y se corresponde con lo observado a nivel productivo. Variedades como “INIA Rocío”, “Regia” o “INIA Casera” suelen presentar tamaños de bulbos comercializables antes de que el cultivo llegue a la madurez, y que las plantas presenten un porcentaje de vuelco del follaje. Esta situación resulta en decisiones de cosecha de cultivos más tempranas de lo normal, con tallos aun gruesos y cuellos sin cerrarse.

Tabla 8

Comparación de atributos de calidad de los bulbos evaluados en post-cosecha (2021)

<i>Variedad</i>	<i>Ratio</i>	<i>Forma</i>	<i>Color Externo</i>	<i>Color interno</i>	<i>Nro. de catáfilas</i>	<i>Nro. de centros</i>	<i>SST (°Brix)</i>
SG12	20.3	Esférica	Marrón	Blanco crema	2.0	1.3	11.3
SG05	19.4	Esférica achatada	Marrón	Blanco crema	2.1	1.6	11.0
Roció	18.9	Esférica	Marrón	Blanco crema	1.8	1.6	10.5
Regia	15.4	Esférica	Marrón	Blanco crema	1.8	2.2	8.8
Casera	16.9	Esférica	Marrón	Blanco crema	1.7	2.0	10.7
Naque	19.1	Esférica	Colorada	Blanco rojizo	1.5	1.7	10.5
IF Dulce	25.0	Esférica	Marrón Claro	Blanco crema	1.8	1.3	9.7
Albana	26.9	Esférica	Blanco	Blanco	1.8	1.9	10.3
Pantanos del Sauce	19.0	Esférica	Marrón	Blanco crema	2.9	1.5	10.6
Armonía (PxR)	26.6	Esférica	Marrón	Blanco crema	3.1	1.7	11.4
Canarita	28.0	Esférica	Marrón	Blanco crema	2.5	1.5	10.6
Santina	23.9	Esférica	Marrón Oscuro	Blanco crema	3.4	1.3	9.1
Campera (9719)	39.6	Esférica	Marrón	Blanco crema	2.7	1.6	10.0
Línea 22E	48.2	Esférica	Marrón	Blanco crema	2.6	1.5	10.8
Sintética	26.6	Esférica achatada	Marrón Oscuro	Blanco colorado	2.6	1.2	9.5
Simona	24.5	Esférica	Colorada		2.1	1.4	11.3

En general las variedades de ciclo intermedio y ciclo largo (DI y DL) presentaron un mejor cerrado de cuello que variedades de DC, dado que el crecimiento del bulbo se acompaña positivamente con un mayor vuelco de la planta. También, se diferenciaron en el número de catáfilas, en general las variedades de día largo y de día intermedio presentaron mayor número de catáfilas protectoras.

La variable número de catáfilas es muy importante para el periodo de almacenamiento. Un mayor número de catáfilas está altamente correlacionado con un mayor periodo de almacenamiento, manteniendo sus buenos atributos comerciales. Por el contrario, las variedades de DC, en especial aquellas precoces o muy precoces, suelen presentar baja retención de catáfilas logrando solo una catáfila entera. Estas

variedades, a su vez, suelen ser las de menor periodo de conservación y normalmente suelen venderse inmediatamente luego de cosechadas.

En el caso de las variables número de centros observados en un corte transversal o ecuatorial de los bulbos, y el contenido de sólidos solubles totales, no se diferenciaron tan claramente los grupos de DI y DL. Este resultado se asocia a que la segregación de los resultados fue dispersa a lo largo de todos los cultivares, independientemente del ciclo (de si son de DC, DI o DL).

5. CONCLUSIONES

Las variedades de cebolla de DI son las que presentan, para las condiciones de producción en el Sur de Uruguay, el mayor potencial de rendimiento. Estos rendimientos se logran si se colocan en condiciones favorables. Además, se alcanza un gran porcentaje de bulbos comerciales.

Las variedades de cebolla de DC presentan el mayor periodo de crecimiento vegetativo respecto al resto de las variedades, pero no logran un alto nivel de IAF, y por lo tanto no logran rendimientos mayores a los cultivares de DI. Además, estas variedades presentan los menores porcentajes de bulbos comerciales, y los mayores porcentajes de bulbos de descarte, principalmente por poco tamaño.

Las variedades precoces o muy precoces, a pesar de poder cosecharlas más tempranamente no suelen tener rendimientos altos. Sumado a esto, son muy susceptibles a bacterias que causan podredumbres de cuello y bulbo, como ejemplo "INIA Rocío", para la cual en los descoles se observaron muchos bulbos con síntomas de este patógeno.

El factor temperatura tiene un gran impacto en el desarrollo del bulbo ya que afecta directamente a la duración del periodo durante el que se forma dicho bulbo. Este factor es de mayor importancia en cultivares de cebolla de DL, ya que el bulbo se forma a finales de primavera e inicios de verano cuando las temperaturas son más altas.

Además, la temperatura como se pudo evidenciar tiene un gran impacto en el inicio de bulbificación. Nuevamente, este efecto se lo observo principalmente en variedades de DL dado que el inicio de bulbificación fue con mucho menor periodo de desarrollo foliar post-trasplante que en variedades de DC o DI. Esto repercutió en los rendimientos finales, dado que no lograron niveles altos de IAF.

Las variedades de DL tienen los mayores tiempos de almacenamiento postcosecha dado que logran los mejores cerrados de cuello y numero de catáfilas protectoras (cáscaras) que evitan la deshidratación. Por ende, en momentos de evaluaciones de atributos comerciales estas variedades tenían una muy buena calidad comercial comparado con el resto.

La variedad "Regia" es una variedad de muy buenos rendimientos. Además, presenta mayor adaptabilidad a siembras y trasplantes tanto tempranos como intermedios, aunque es en estos últimos donde se logra expresar mejor. Por otro lado, sus bulbos no tienen muy buena capacidad de almacenamiento a largo plazo ya que al poco tiempo empiezan a aparecer pudriciones.

6. **BIBLIOGRAFÍA**

- Ackermann, M. N., & Díaz, A. (2021). Horticultura: Situación y perspectivas. En *Anuario OPYPa 2021* (pp. 247-265). MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2021/anuario-opypa-2021>
- Altieri, M., Leys, P., & Mancuello, M. (2003). *Crecimiento y rendimiento de la cebolla (Allium cepa L) "Pantanos del Sauce CRS" bajo diferentes regímenes de riego, densidad y fertilización con nitrógeno* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/25377>
- Arboleya, J. (1992). Investigación en manejo de cebolla. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Producción de cebolla en la zona sur* (pp. 34-35).
- Arboleya, J. (2005a). Crecimiento y Fisiología de la cebolla. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 17-30). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8704/1/Bd-88-Arboleya-p.17-30.pdf>
- Arboleya, J. (2005b). Manejo del cultivo: Recomendaciones para el manejo del almácigo, el trasplante y la siembra directa. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 43-75). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8706/1/Bd-88-Arboleya-p.43-75.pdf>
- Arboleya, J., Maeso, D., Campelo, E., Paullier, J., & Giménez, G. (Eds.). (2013). *Producción integrada de cebolla*. INIA. https://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/bd%20105_2013.pdf
- Arias, A., & Peluffo, S. (2001). *Crecimiento y rendimiento de tres cultivares de cebolla (Allium Cepa L) de diferentes ciclos en diferentes localidades y fechas de siembra* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Arias, M. (2019). *Relaciones histopatológicas y bases genéticas de la resistencia a Peronospora destructor en cebolla* [Tesis de maestría, Universidad de la República]. Redi. <https://redi.anii.org.uy/jspui/handle/20.500.12381/232>
- Brewster, J. L. (1990a). Physiology of crop growth and bulbing. En H. D. Rabinowitc & J. Brewster (Eds.), *Onions and allied crops: Volume I Botany Physiology and Genetics* (pp. 53-88). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351075169-3/physiology-crop-growth-bulbing-brewster>
- Brewster, J. L. (1990b). The influence of cultural and environment on the time of maturity of bulb onion crops. *Acta Horticulturae*, (267), 289-296. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.267.36>
- Brewster, J. L. (1997). The Physiology of the onion. *Acta Horticulturae*, (433), 347-374. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.433.37>

- Brewster, J. L. (2008). *Onions and other vegetable alliums* (2nd ed.). CABI.
https://issuu.com/virgiulloac/docs/james_l_brewster_onions_and_othe
- Campelo, E., & Arboleya, J. (2005). Actualidad de la producción de cebolla en Uruguay. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 1-15).
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8703/1/Bd-88-Campelo-p.1-15.pdf>
- Carballo, S., & Maeso, J. (2005). Manejo poscosecha. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 211-220). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8716/1/Bd-88-Carballo-p.211-220.pdf>
- Dilruba, S., Alam, M. M., Rahman, M. A., & Hasan, M. F. (2006). Influence of nitrogen and potassium on yield contributing bulb traits of onion. *International Journal of Agricultural Research*, 1(1), 85-90. <http://doi.org/10.3923/ijar.2006.85.90>
- Dogliotti, S., Colnago, P., Galván, G., & Aldabe, L. (2011). *Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas: Tomate (Lycopersicon esculentum), papa (Solanum tuberosum) y cebolla (Allium cepa)*. Universidad de la República. https://olericultura.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/12/fisio-y-crec-papa_toma_ceb.pdf
- Dogliotti, S., Scarlato, M., Berrueta, C., Barros, C., Reheman, F., Rieppi, M., Inetti, C., Soust, C., & Borges, A. (2021). *Análisis y jerarquización de factores determinantes de las brechas de rendimiento y calidad en los principales cultivos hortícolas del Uruguay*. INIA.
- El proceso fisiológico de la maduración de la cebolla es un factor clave. (2014, 13 de diciembre). *FoodNewsLatam.com*. <https://www.foodnewslatam.com/371-el-proceso-fisio%C3%B3gico-de-la-maduraci%C3%B3n-de-la-cebolla-es-un-factor-clave>
- Fornaris, G. J. (2012). Cosecha y curado. En *Conjunto tecnológico para la producción de cebolla*. Universidad de Puerto Rico.
<https://scholar.uprm.edu/bitstreams/7055c9c5-4a56-408e-ae95-b3c9b5bfa066/download>
- Fossatti, M. (2006). *El cultivo de cebollas*. INIA. <https://redsemillas.uy/wp-content/uploads/2023/05/Cartilla-Cebolla.pdf>
- Fulgina, H. G. (2022). *Factores que afectan la floración en cebolla (Allium cepa L.)* [Trabajo final de grado, Universidad Nacional de Cuyo]. Biblioteca Digital de la UNCuyo. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/19069/trabajo-final-integrador.pdf
- Galmarini, C. (1997). *Manual del cultivo de cebolla*. INTA
- Galván, G., Puppo, L., García, M., Priore, E., Altieri, M., Mancuello, M., Leys, P., Reggio, A., & Costa, O. (2004). Manejo para altos rendimiento en el cultivo de cebolla Pantanoso del Sauce CRS: Riego, densidad y nitrógeno. En Facultad de Agronomía (Ed.), *Recientes resultados de investigación e informaciones técnicas para el cultivo de cebolla en la Región Sur* (pp. 18-34). Universidad de la República.

- García, C. (2005). Manejo del agua. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 117-126). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8710/1/Bd-88-Garcia-p.117-126.pdf>
- Geisseler, D., Ortiz, R. S., & Diaz, J. (2022). Nitrogen nutrition and fertilization of onions (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*, 291, Artículo e110591. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110591>
- Izquierdo, J. A., Maeso, C. R., & Villamil, J. (1981). Efecto de las fechas de almácigo y de trasplante sobre la producción de cebollas valencianas. *Investigaciones Agronómicas*, (2), 34-37. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12047/1/Inv.Agr.-1981-No.2-p.34-37.pdf>
- Maeso, D. (2005). Enfermedades del cultivo de cebolla: Enfermedades del cultivo de cebolla en la zona sur del Uruguay. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 151-179). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8712/1/Bd-88-Maeso-p.151-179.pdf>
- Maeso, D., Arboleya, J., Fernández, S., Suárez, C., & Medina, V. (2000). Evaluación de un sistema de pronóstico para el control de enfermedades foliares en diferentes cultivares de cebolla. En Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Ed.), *Presentación de resultados experimentales en ajo y cebolla: Reunión de divulgación* (pp. 17-29). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/302/1/18429200808115143.pdf;ad223#page=20>
- Messiaen, M. C., & Lafon, R. (1968). *Enfermedades de las hortalizas*. Oikos-Tau.
- Mettananda, K. A., & Fordhan, R. (1999). The effects of plant size and leaf number on the bulbing of tropical short-day onion cultivars (*Allium cepa* L.) under controlled environments in the United Kingdom and tropical field conditions in Sri Lanka. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74(5), 622-631. <https://doi.org/10.1080/14620316.1999.11511164>
- Moltini, C., & Silva, A. (1981). *Fertilización con nitrógeno y fósforo en cebolla (Allium Cepa L.) bajo diferentes situaciones de suelo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2021). *Anuario Estadístico Agropecuario 2021*. MGAP. <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2021/LIBRO%20ANUARIO%202021%20Web.pdf>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias & Dirección General de la Granja. (2009). *Encuestas hortícolas 2009: Zonas Sur y litoral Norte*. MGAP. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuesta_horticola_sur_y_litoral_norte_-_ano_2008_-_julio_2009_-_no_277.pdf
- Oliveira, H., & Sodek, L. (2012). Effect of oxygen deficiency on nitrogen assimilation and amino acid metabolism of soybean root segments. *Amino Acids*, 44(2), 743-755. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1399-3>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *FAOSTAT: Cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Paullier, J. (2005). Manejo de plagas en el cultivo de cebolla. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 201-210). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8715/1/Bd-88-Paullier-p.201-210.pdf>
- Phillips, R., & Beerli, O. (2008). The role of hydro-pedologic vegetation zones in greenhouse gas emissions for agricultural wetland landscapes. *Catena*, 72(2), 386-394. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2007.07.007>
- Ramos, C. (1999). Determinación de funciones de producción y comportamiento del cultivo de cebolla bajo diferentes láminas de riego y dosis de fertilización fosfatada en San Juan de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 16(1), 38-51. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/viewFile/26237/26862>
- Sullivan, M. D., Brown, B. D., Shock, C. C., Horneck, D. A., Stevens, R. G., Pelter, G. Q., & Feibert, E. B. G. (2001). *Nutrient management for onions in the Pacific Northwest*. Oregon State University; Washington State University; University of Idaho. <https://extension.oregonstate.edu/sites/default/files/documents/pnw546.pdf>
- Tascón Rodríguez, C. (2012). *Producción de semillas de cebolla: Información técnica*. Cabildo de Tenerife. <https://es.slideshare.net/slideshow/produccion-de-semillas-de-cebolla/55081524>
- Vega Contreras, A. (2015). El efecto del nitrógeno en las enfermedades de las plantas. *Agronomía y Forestal*, (52), 33-35. <https://agronomia.uc.cl/extension/133-el-efecto-del-nitrogeno-en-las-enfermedades-de-las-plantas/file>
- Vilaró, F., Vicente, E., Pereyra, G., & Rodríguez, G. (2005). Cultivares y mejoramiento genético en cebolla. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Tecnología para la producción de cebolla* (pp. 31-42). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8705/1/Bd-88-Vilaro-p.31-42.pdf>
- Zink, F. W. (1996). Studies on the growth rate and nutrient absorption of onion. *Hilgardia*, 37(8), 203-218. <https://doi.org/10.3733/hilg.v37n08p203>

7. ANEXOS

Anexo A

Resumen promedio del conjunto de variables medidas durante el ciclo del ensayo Fecha 1

Días a trasplante	Variedad	Peso Total	Largo total	Diametro cuello	Diámetro bulbo	IB	N° Hojas	Peso Bulbo	Peso Cuello	Peso hoja	AF	IAF	Peso AF	MS Total	IAF
1	Naqué	6,0	37,2	4,9	6,5	1,3	2,7	0,7	1,1	3,4	7,4	80,6	0,3	0,6	0,20
1	Casera	7,8	34,7	5,6	8,0	1,4	3,3	0,9	1,2	4,3	8,3	99,4	0,4	0,8	0,25
1	IF Dulce	4,7	29,5	4,7	7,0	1,5	2,7	0,6	0,8	2,4	6,3	59,4	0,3	0,5	0,15
1	Albana	7,2	45,4	5,1	6,9	1,3	2,7	0,8	1,2	4,5	8,3	89,0	0,4	0,7	0,22
1	Regia	7,2	39,9	5,5	7,4	1,3	2,8	1,0	1,3	4,1	8,7	84,6	0,4	0,7	0,21
1	SG05	9,3	44,9	5,4	6,7	1,2	2,9	0,8	1,3	4,5	8,2	88,6	0,4	0,6	0,22
1	SG12	6,6	43,6	4,8	6,5	1,4	2,5	0,8	1,1	3,9	8,1	88,6	0,4	0,8	0,22
1	Rocío	6,5	44,0	5,0	6,7	1,3	2,4	0,8	1,1	3,8	8,1	83,6	0,4	0,8	0,21
120	Naqué	72,6	68,2	15,0	21,9	1,5	6,0	13,2	14,1	45,9	18,3	490,9	1,7	5,9	1,23
120	Casera	71,4	69,0	14,0	26,0	1,9	5,9	18,2	15,2	39,2	17,4	402,7	1,7	6,4	1,01
120	IF Dulce	50,4	59,8	12,6	20,0	1,6	5,7	10,9	10,4	30,1	15,7	320,3	1,6	4,5	0,80
120	Albana	53,7	61,9	14,5	19,8	1,4	5,2	11,3	12,7	29,4	14,9	368,3	1,3	5,8	0,92
120	Regia	62,2	66,8	14,2	21,2	1,5	5,7	11,8	13,1	37,2	16,9	422,5	1,6	4,7	1,06
120	SG05	45,8	53,0	12,0	18,7	1,6	5,2	10,2	10,7	24,7	14,9	320,8	1,2	4,1	0,80
120	SG12	62,0	62,0	13,4	21,9	1,6	5,5	12,6	13,1	35,8	17,5	438,5	1,5	5,2	1,10
120	Rocío	62,8	60,7	11,2	26,9	2,4	5,4	21,5	10,9	31,0	16,3	326,7	1,6	6,1	0,82
140	Naqué	107,4	69,5	15,6	32,5	2,1	6,9	31,2	21,3	58,2	20,8	673,2	1,8	11,4	1,68
140	Casera	88,1	62,9	13,3	34,5	2,6	5,1	31,4	17,1	39,1	18,2	491,2	1,5	9,4	1,23
140	IF Dulce	75,9	62,8	15,2	27,5	1,8	5,9	22,9	15,3	37,5	17,9	445,3	1,5	7,3	1,11
140	Albana	98,5	70,4	16,0	31,0	1,9	6,1	25,8	22,5	49,0	20,4	548,0	1,8	9,5	1,37
140	Regia	115,5	73,4	16,8	30,4	1,8	6,3	29,2	25,1	60,2	22,6	711,1	1,9	10,2	1,78
140	SG05	80,2	60,7	14,6	26,8	1,8	6,5	20,7	17,8	41,3	18,3	524,4	1,4	7,9	1,31
140	SG12	115,1	68,8	17,4	32,6	1,9	7,5	31,5	22,1	61,0	21,6	733,5	1,8	11,4	1,83
140	Rocío	87,8	59,0	12,1	40,1	3,3	4,8	46,5	11,5	29,4	17,1	347,8	1,3	9,1	0,87

Anexo B

Resumen promedio del conjunto de parámetros medidos durante el ciclo del ensayo Fecha 2

Días a trasplante	Variedad	Peso Total	Largo total	Diametro cuello	Diametro bulbo	IB	N' Hojas	Peso Bulbo	Peso Cuello	Peso hoja	AF	IAF	Peso AF	MS Total	IAF
1	Naqué	3,2	30,4	3,8	5,3	1,4	1,8	0,4	0,8	1,4	5,7	29,5	0,3	0,5	0,07
1	Santina	3,3	25,9	4,4	6,4	1,5	2,0	0,5	0,8	1,5	6,0	35,2	0,3	0,4	0,09
1	Canarita	5,7	35,3	5,2	7,4	1,4	2,2	0,8	1,4	2,9	7,8	57,9	0,4	0,5	0,14
1	Armonia (PxR)	3,9	33,0	4,2	7,1	1,7	2,2	0,6	1,0	1,9	6,5	46,6	0,3	0,4	0,12
1	Regia	4,5	35,1	4,3	6,4	1,5	1,9	0,7	1,3	2,0	6,6	45,3	0,3	0,5	0,11
1	Pantanososo	3,2	33,8	3,8	5,1	1,3	2,0	0,4	0,9	1,6	5,3	36,2	0,2	0,4	0,09
82	Naqué	59,5	68,0	13,4	19,1	1,4	5,4	11,1	11,2	36,3	19,3	372,6	1,9	5,5	0,93
82	Santina	29,8	54,7	10,4	14,5	1,4	4,7	5,5	5,6	18,6	14,1	241,5	1,1	3,0	0,60
82	Canarita	63,5	67,9	14,1	20,0	1,4	5,8	10,8	13,2	38,7	19,2	420,4	1,8	5,9	1,05
82	Armonia (PxR)	58,5	69,5	13,8	19,1	1,4	6,0	11,1	10,4	38,3	18,7	449,8	1,6	5,0	1,12
82	Regia	66,2	71,3	13,9	20,2	1,5	5,8	10,9	12,5	41,8	18,9	440,0	1,8	5,0	1,10
82	Pantanososo	52,6	86,3	13,4	18,7	1,4	5,3	8,6	9,9	33,5	17,5	396,1	1,5	4,7	0,99
105	Naqué	125,3	73,5	15,3	39,3	2,6	5,8	44,0	22,1	57,9	21,8	654,4	1,9	10,5	1,64
105	Santina	102,5	77,3	16,2	23,0	1,4	5,3	14,9	20,8	66,4	24,8	760,2	2,2	7,6	1,90
105	Canarita	150,6	78,0	17,5	33,9	1,9	6,3	32,7	34,2	82,8	28,5	917,7	2,6	11,4	2,29
105	Armonia (PxR)	134,7	80,5	18,3	26,4	1,4	6,6	22,5	26,5	88,2	29,0	950,6	2,7	9,8	2,38
105	Regia	188,1	79,9	18,2	46,5	2,6	7,6	67,8	33,9	91,6	26,4	1039,1	2,3	14,3	2,60
105	Pantanososo	108,0	74,4	16,6	25,5	1,5	6,0	17,7	22,8	67,1	24,5	728,9	2,3	8,2	1,82
124	Santina	171,8	74,4	18,7	42,5	2,3	5,7	59,3	34,5	76,4	24,5	832,3	2,2	16,1	2,08
124	Canarita	177,7	68,1	17,5	56,7	3,2	5,3	99,4	30,9	46,5	23,8	571,7	1,9	17,9	1,43
124	Armonia (PxR)	147,9	74,6	18,1	41,8	2,3	6,5	51,6	34,0	61,6	24,8	804,4	1,9	14,4	2,01
124	Pantanososo	158,9	69,0	17,4	47,2	2,7	6,5	68,8	30,8	57,8	25,3	714,4	2,1	16,7	1,79

Anexo C

Resumen promedio del conjunto de parámetros medidos durante el ciclo del ensayo Fecha 3

Días a trasplante	Variedad	Peso Total	Largo total	Diametro cuello	Diametro bulbo	IB	N' Hojas	Peso Bulbo	Peso Cuello	Peso hoja	AF	IAF	Peso AF	MS Total	IAF
1	Pantano	2,9	26,7	3,5	4,9	1,4	2,0	0,2	0,6	1,5	4,8	21,9	0,3	0,2	0,05
1	Linea 22E	1,9	22,0	3,2	4,5	1,4	1,7	0,1	0,3	0,9	4,8	35,8	0,1	0,2	0,09
1	Armonia (PxR)	2,1	27,3	3,2	4,4	1,4	1,6	0,2	0,5	1,0	5,1	36,8	0,1	0,2	0,09
1	Simona	1,9	24,5	2,9	4,0	1,3	1,7	0,1	0,3	1,0	5,0	33,3	0,2	0,2	0,08
1	Sintetica	2,6	27,1	3,3	4,6	1,4	1,7	0,2	0,7	1,4	5,7	31,8	0,2	0,2	0,08
1	Campera (971)	2,9	25,9	3,9	5,4	1,4	1,8	0,4	0,7	1,3	5,3	32,4	0,2	0,3	0,08
1	Santina	1,1	18,7	2,4	3,5	1,5	1,6	0,1	0,2	0,5	3,7	17,0	0,1	0,1	0,04
55	Pantano	29,5	58,0	10,3	12,9	1,3	4,8	4,4	5,4	18,3	14,2	270,1	1,0	2,5	0,68
55	Linea 22E	22,2	56,4	9,7	15,0	1,6	4,8	3,1	4,5	14,4	13,5	238,2	0,8	1,9	0,60
55	Armonia (PxR)	32,2	60,4	10,8	13,8	1,3	4,7	4,7	6,1	20,4	16,0	302,0	1,1	2,8	0,75
55	Simona	25,0	55,5	9,4	11,4	1,2	4,1	3,4	4,5	16,9	13,9	268,0	0,9	2,2	0,67
55	Sintetica	24,0	55,4	9,1	10,9	1,2	4,5	2,9	4,4	16,6	14,0	231,2	1,0	2,1	0,58
55	Campera (971)	31,9	59,9	11,1	13,5	1,2	4,7	4,4	5,5	21,8	14,8	292,2	1,1	2,7	0,73
55	Santina	16,5	45,7	7,9	10,5	1,3	3,9	2,2	2,9	11,2	12,0	191,3	0,7	1,5	0,48
68	Pantano	82,9	71,6	16,2	23,5	1,5	6,4	13,9	15,2	53,4	21,9	620,6	1,9	7,0	1,55
68	Linea 22E	68,3	67,1	14,5	22,2	1,5	6,5	13,1	12,9	42,1	21,4	531,5	1,7	6,4	1,33
68	Armonia (PxR)	69,2	71,2	14,5	22,3	1,5	5,5	11,7	13,3	43,4	20,7	630,1	1,4	6,3	1,58
68	Simona	62,8	64,2	13,9	20,4	1,5	5,3	10,4	10,8	41,3	19,8	555,4	1,5	5,6	1,39
68	Sintetica	67,1	70,2	14,1	19,9	1,4	5,4	9,6	11,3	45,7	20,4	622,0	1,5	5,8	1,55
68	Campera (971)	74,5	66,9	16,4	21,4	1,3	6,6	12,7	13,2	48,4	20,1	538,4	1,8	6,9	1,35
68	Santina	45,5	61,9	12,6	18,9	1,5	4,9	8,1	7,2	30,1	16,8	433,3	1,2	4,2	1,08
91	Pantano	123,9	63,9	15,7	45,7	2,9	6,9	64,6	19,7	45,4	21,4	515,5	1,9	13,4	1,29
91	Linea 22E	115,2	65,5	16,6	44,1	2,7	7,5	54,8	16,1	47,5	21,2	573,1	1,8	12,2	1,43
91	Armonia (PxR)	106,3	69,0	17,5	38,4	2,2	7,2	46,4	15,9	49,9	21,8	627,3	1,7	11,5	1,57
91	Simona	118,3	61,4	14,5	48,0	3,3	6,9	71,3	12,6	37,5	19,5	483,4	1,5	13,6	1,21
91	Sintetica	162,1	77,2	16,9	46,9	2,8	7,5	76,4	20,8	64,8	25,3	718,8	2,3	17,3	1,80
91	Campera (971)	127,7	65,6	16,4	43,4	2,6	7,5	63,6	16,2	48,2	18,8	519,6	1,7	13,8	1,30
91	Santina	120,4	64,6	16,0	39,7	2,5	7,8	48,7	15,2	56,3	20,8	611,1	1,9	12,9	1,53