T.3284

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFECTO DE LA EPOCA DE PLANTACIÓN Y TAMAÑO DE BULBILLO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CEBOLLA cv PANTANOSO DEL SAUCE-CRS

FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE DOCUMENTACION Y BIBLIOTECA

por

Mariana ANDINO ROSSI

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. (Orientación: Vegetal intensivo)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2005

Tesis aprobada por:

Director: Ing.Agr. Santiago Dogliotti

_____

Nombre completo y firma

Ing.Agr. Jorge Arboleya

_____

Nombre completo y firma

Ing.Agr. Julio Rodríguez

_____

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: Mariana Andino Rossi

_____

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos que siempre me apoyaron y ayudaron en esta carrera.

Por su colaboración en este trabajo:

- A los profesores, Ingenieros Agrónomos Santiago Dogliotti, Guillermo Galvan y Julio Rodríguez.

- A las autoridades y personal del CRS de la Facultad de Agronomía, en especial a Adriana Reggio y Natalia Curbelo.

- A la Ingeniera Agrónoma Estela Priori de la Unidad de Estadística y Cómputos de la Facultad de Agronomía.

- A la Cátedra de Horticultura, por la colaboración prestada.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
TABLA DE CONTENIDO	IV
1. INTRODUCCION	1
1.1 EL CULTIVO DE CEBOLLA EN EL URUGUAY	1
1.2 OBJETIVO	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE	4
2.2 FISIOLOGIA DE LA BULBIFICACIÓN	5
2.2.1 Fotoperíodo	5
2.2.2 Temperatura	6
2.2.3 Calidad de la luz	6
2.2.4 Tamaño y edad de la planta	7
2.3 FISIOLOGIA DE LA FLORACION	7
2.4 EPOCA DE SIEMBRA	8
2.5 PROPAGACION POR BULBILLOS	8
2.5.1 Consideraciones generales	8
2.5.2 Bulbificación	9
2.5.3 Floración prematura	9
2.5.4 Precocidad	10
2.5.5 Bulbos divididos	10
3. MATERIALES Y METODOS	11
3.1 UBICACION DEL ENSAYO Y ANALISIS DE SUELO	11
3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS	11
3.3 MANEJO DEL CULTIVO	12
3.3.1 Instalación del ensayo	12
3.3.2 Fertilizaciones	13
3.3.3 Riego	13
3.3.4 Manejo fitosanitario	13
3.3 5 Manejo de las malezas	13
3.3.6 Cosecha	14
3.4 DETERMINACIONES EN EL CULTIVO	14
3.4.1 Días desde la siembra a 50% de plantas emergidas	14
3.4.2 Diámetro ecuatorial del bulbo y del falso tallo	14
3.4.3 Número promedio de hojas por planta	14
3.4.4 Peso fresco y seco de:	14
3.4.4.1 Planta entera	14
3.4.4.2 Bulbo	14
3.4.4.3 Hojas	14
3.4.4.4 Falso tallo	14
3.4.5 Área Foliar por Planta (AFP)	15
3.4.6 Inicio de la bulbificación	15
3.4.7 Momento de la cosecha	15
3.5 DETERMINACIONES POST- COSECHA	15
3.6 VARIABLES ESTUDIADAS	16
3.6.1 Variables referentes al ciclo del cultivo	16

3.6.2 Variables referentes al rendimiento del cultivo 16
4. RESULTADOS 18
4.1 CICLO DEL CULTIVO 18
4.1.1 Días desde siembra a 50% de emergencia 18
4.1.2 Días desde siembra a inicio de la bulbificación 18
4.1.3 Duración del período de bulbificación 19
4.1.4 Duración del ciclo del cultivo 20
4.2 EVOLUCION DEL PESO SECO DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LA PLANTA Y ANÁLISIS DEL PESO SECO AL INICIO DE LA BULBIFICACION 22
4.2.1 Peso seco total 22
4.2.1.1 Evolución del peso seco total 22
4.2.1.2 Peso seco total al inicio de la bulbificación 24
4.2.2 Peso seco de las hojas 24
4.2.2.1 Evolución del peso seco de las hojas 24
4.2.2.2 Peso seco de las hojas al inicio de la bulbificación 25
4.2.3 Peso seco del falso tallo 26
4.2.3.1 Evolución del peso seco del falso tallo 26
4.2.3.2 Peso seco del falso tallo al inicio de la bulbificación..... 27
4.3 ANALISIS DEL NUMERO DE HOJAS POR PLANTA 28
4.3.1 Evolución del número de hojas por planta 28
4.3.2 Número de hojas por planta al inicio de la bulbificación 29
4.4 ANALISIS DEL INDICE DE AREA FOLIAR (IAF)..... 30
4.4.1 Evolución del IAF durante el ciclo del cultivo 30
4.4.2 IAF al inicio de la bulbificación 31
4.5 DIAMETRO DE BULBO 32
4.5.1 Evolución del diámetro de bulbo 32
4.5.2 Diámetro de bulbo al inicio de la bulbificación 33
4.6 ANALISIS DE LA PARTICION DE ASIMILADOS HACIA EL BULBO 33
4.6.1 Evolución del índice de partición de asimilados hacia el bulbo ... 33
4.7 PORCENTAJE DE PLANTAS FLORECIDAS. 35
4.8 PORCENTAJE DE BULBOS DIVIDIDOS 35
4.9 EVALUACION DEL RENDIMIENTO 36
5. DISCUSIÓN..... 41
6. CONCLUSIONES 45
7.SUMARIO 46
8. BIBLIOGRAFÍA 47

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EL CULTIVO DE CEBOLLA EN EL URUGUAY.

La importancia del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) dentro de la producción hortícola del Uruguay, se ve reflejada en el área cultivada, así como también en los rendimientos obtenidos. Según la encuesta hortícola de DIEA-JUNAGRA-PREDEG para la zafra 2001-02, en el año 2002 la cebolla fue el cuarto rubro hortícola por su contribución al Valor Bruto de Producción (VBP), con una producción que supera los 26 mil Mg, es el quinto rubro hortícola en cuanto a superficie plantada (actualmente ocupando 1799 hectáreas) y el segundo en cuanto a número de productores involucrados. De lo anterior se concluye que el rendimiento promedio del país es de 14,98 Mg por hectárea, aunque se han observado rendimientos de 24 a 47 Mg y en algunos casos de hasta 75 Mg por hectárea (Galvan, et al., 1997, citado por Galvan, et al. 2004).

En el país, la cebolla se cultiva principalmente con el objetivo de cubrir la demanda interna, encontrándose dos zonas principales de producción, una en el norte del país, de donde deriva el 34% de la producción, predominando el uso de variedades de ciclo corto (día corto), cuyo objetivo es un abastecimiento temprano del mercado y la zona sur que concentra el 65% de la producción, basada principalmente en variedades de ciclo corto para abastecimiento inmediato del mercado así como también de ciclo intermedio (día intermedio) y largo (día largo), con el objetivo principal de conservar los bulbos para su posterior venta durante la poszafra (Cuadro 1).

Cuadro 1: Situación de la producción de cebolla en el Uruguay.

Zona	Superficie (ha)	%	Rto (Mg)	%	VBP Millones ($)[1]	%	Número de productores	%
Norte	540	30	9.290	34,48	41	34,75	147	9,47
Sur	1259	60	17.654	65,52	77	65,25	1405	90,53
Total	1799	100	26.944	100	118	100	1552	100

[1] La producción esta valorada a los precios de los meses de cosecha.
FUENTE: Encuesta hortícola para la zona Norte y Sur (DIEA -Junagra-Predeg) 2002.

Las diferencias climáticas existentes entre ambas zonas, así como las condiciones edáficas, las diferentes combinaciones varietales y sistemas de cultivo, permiten el abastecimiento casi continuo del mercado a lo largo del año, debiéndose importar cebolla solo en algunas ocasiones, especialmente durante los meses de setiembre y octubre.

El cultivo en el país se lleva a cabo por dos métodos de implantación: almácigo-transplante, que es el método mas usado en el país, y siembra directa. A nivel mundial existe una tercer forma de instalar el cultivo de cebolla, mediante el uso de bulbillos o "sets".

La propagación por bulbillos consiste en establecer el cultivo a partir de una cebolla pequeña (bulbillo), obtenida mediante la siembra de semilla a alta densidad (almácigo) realizada en primavera. Esta práctica de cultivo se utiliza en países con climas fríos, donde la estación de crecimiento es corta y es necesario un rápido desarrollo del cultivo. También para una cosecha más temprana (Hume y Secreet, 1971; Slater, 1976, citados por Campiani y D'Acunti 1994).

Este método tiene una serie de ventajas respecto a los otros dos. Con respecto al método de almácigo-transplante presenta:
-Menor incidencia de enfermedades en el almácigo comparado con un almácigo tradicional de otoño, debido básicamente al clima menos húmedo y a la temperatura más favorable de la primavera.
-Posibilidad de mecanización de la siembra y consecuente reducción de la demanda de mano de obra en el momento de la instalación del cultivo.
-Precocidad de cosecha.
Con respecto a la siembra directa presenta las siguientes ventajas:
-Precocidad de cosecha.
-Permite fechas de plantación más tardías.
-tiene una tasa de crecimiento inicial superior, que hace a las plantas más resistentes a las condiciones adversas de clima y encostramiento del suelo.
-Facilita el control de malezas en etapas tempranas del cultivo.

Como desventaja importante presenta un menor potencial de rendimiento debido al acortamiento del ciclo del cultivo y un mayor riesgo de ocurrencia de floración prematura.

El cultivar Pantanoso del Sauce-CRS, desarrollado por la Unidad de Horticultura del CRS perteneciente a la Facultad de Agronomía, comenzó a difundirse en el año 2001. Este cultivar en la actualidad ha adquirido una gran importancia principalmente en la zona Sur, estimándose para el año 2004 un área sembrada de 500 hectáreas (González, 2005, com.per).

Pantanoso del Sauce-CRS se caracteriza por tener un ciclo semiprecoz (día intermedio) y muy buena conservación postcosecha. Comparada con cultivares de ciclo largo, destinadas también a la conservación postcosecha, se destaca porque al tener un ciclo más corto, escapa a las condiciones adversas de verano durante la bulbificación (deficiencias hídricas y altas temperaturas), que limitan el rendimiento aún cuando dichas condiciones se pueden modificar mediante el riego (Galvan et al., 2004).

Desde el punto de vista sanitario, el ciclo intermedio ayuda a evadir ataques de trips (*Trips Tabaci)*, en momentos claves como inicio de la bulbificación y llenado del

bulbo, disminuyendo en gran medida la aplicación de plaguicidas destinados al control de dicho insecto. Presenta una resistencia parcial al ataque de botrytis (*Botrytis scuamosa)*, causante de manchas foliares y puntas de hojas secas y cierto grado de susceptibilidad a peronóspora (*Peronóspora destructor),* la cual asociada a condiciones de clima favorables en momentos cercanos a la bulbificación, cuando es clave el mantenimiento del área foliar, pueden causar pérdidas considerables en el rendimiento (González et al., 1997, citado por Galvan et al., 2004).

Los bulbos de éste cultivar se caracterizan por ser de forma redondeada y con buen cerrado de cuello, con un peso promedio de entre 150-200 g, aunque pueden superar los 300 gr. De color predominantemente bronceado, tienen mediana conservación de catáfilas externas, lo cual junto con el buen cerrado del cuello, favorece su conservación de postcosecha. Las catáfilas reservantes, son de color blanco, con un contenido de materia seca de entre 11 y 13% y un contenido de sólidos solubles de 12 a 13 ° Brix. Su sabor es relativamente fuerte (pungente) (Galvan et al., 2004).

1.2 OBJETIVO.

El objetivo de esta tesis fue evaluar el efecto del tamaño de bulbillo y la época de siembra en el crecimiento, rendimiento y calidad de bulbos comerciales del cultivar Pantanoso del Sauce-CRS, en condiciones no limitantes de agua y nutrientes.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE.

La cebolla (*Allium cepa.L*) es una monocotiledónea que pertenece a la familia de las Alliaceas. El género Allium, es un amplio género que abarca más de 500 especies, plantas perennes en su mayoría y generalmente productoras de bulbos. En cuanto a su origen, se ha constatado un cinturón conteniendo muchas especies, dentro de éstas a *Allium cepa*, extendido desde la cuenca del Mediterráneo a Iran y Afganistán. Esta zona ha sido mencionada como el principal centro de origen de estas especies. Otro centro, pero con menor diversidad ha sido reportado al oeste de Norteamérica (Brewster y Rabinowicht, 1990). La cebolla, es uno de los cultivos más antiguos, se ha cultivado en el mundo por más de 5.000 años (Jones y Mann, 1963).

Esta especie es bianual, florece normalmente en la segunda estación de crecimiento y su arquitectura es una de las más remarcadas formas de adaptación dentro del reino vegetal. El follaje se puede dividir en dos partes: las hojas unifacioladas, con estructura de tubo totalmente cerrado, que tienen una sección transversal aproximadamente circular, aunque pueden ser algo aplanadas en su cara adaxial, no presentan diferenciación entre lámina y pecíolo y el falso tallo, que es una estructura formada por las vainas de las hojas, se diferencia del tallo verdadero que se encuentra en la base de la planta. Las plantas poseen un sistema radicular fasciculado, superficial, donde las numerosas raíces que surgen desde el tallo durante todo el desarrollo vegetativo no presentan ramificaciones. A medida que el tallo se agranda, las nuevas raíces se van produciendo por encima del nivel de las más viejas (Brewster y Rabinowicht, 1990).

La cebolla es una especie alógama. La inflorescencia (umbela) se diferencia en la parte terminal del meristema vegetativo. Cuando ésta está formada se elonga su tallo (escapo) a través de las vainas de las hojas y se extiende por encima de ellas. Cada umbela contiene entre 50 y 600 flores de color blanco, que presentan protandria. El fruto es un aquenio de aproximadamente 5 mm de largo (Jones y Mann, 1963; Brewster y Rabinowicht, 1990).

El bulbo, que es la forma en que la planta logra sobrellevar condiciones ambientales adversas, consiste en el tallo o eje vegetativo, las vainas de las hojas externas (catáfilas externas) que se secan formando una cubierta papirácea y las vainas engrosadas de las hojas internas cuyas láminas han abortado durante su desarrollo (catáfilas internas). Finalmente dentro del bulbo se encuentran dos o tres primordios de hojas que se desarrollaran en condiciones favorables para su crecimiento (Jones y Mann, 1963; Brewster y Rabinowicht, 1990).

2.2 FISIOLOGIA DE LA BULBIFICACION.

Durante el proceso de bulbificación ocurren cambios morfológicos. Estos cambios son el resultado de la traslocación y almacenaje de asimilados en las vainas ubicadas en la base de las hojas. A medida que el proceso va progresando, las hojas que se desarrollan cerca del ápice de crecimiento abortan su lámina y sus vainas se engrosan formando las catáfilas (Brewster y Rabinowicht, 1990). Según Lefebre (1976) y Brewster (1977) citados por Compiani y D`Acunti (1994), en la cebolla el crecimiento foliar es muy intenso hasta que comienza la bulbificación, que está caracterizada por la detención de la emisión de nuevas hojas, lo cual hace que dicho crecimiento se enlentezca y luego prácticamente se detenga. Otro fenómeno que ocurre durante el desarrollo del bulbo, es el cese de la producción de nuevas raíces (Brewster y Rabinowicht, 1990).

Varias medidas han sido usadas para establecer el momento de bulbificación, quizá la más común es la relación entre el diámetro ecuatorial del bulbo y el diámetro del falso tallo. Cuando esta relación es igual o mayor que 2, es decir el diámetro del bulbo comienza a ser el doble del diámetro del falso tallo, se considera que el proceso se ha iniciado. Otro estimador del comienzo de la bulbificación es el cese de la aparición de hojas (Jones y Mann, 1963; Brewster y Rabinowicht, 1990). El inicio de la bulbificación está influenciado por varios factores: ambientales como fotoperíodo, temperatura, relación del espectro rojo-rojo lejano, nivel de nutrientes y factores internos de la planta como tamaño de planta y estado de desarrollo.

2.2.1 Fotoperíodo.

La bulbificación en la cebolla es promovida por fotoperíodos largos. Cuando la duración del día supera el fotoperíodo crítico para un determinado cultivar, cesa la producción de hojas, empezando la traslocación de las sustancias de reserva desde las hojas a la base de las mismas (vainas), que a consecuencia de ello engrosan para formar el bulbo (Brewster y Rabinowicht, 1990). Reis Filgueira, (1972), afirma que el fotoperíodo es más importante que la temperatura para el inicio de la bulbificación y que solamente habrá un estímulo para la bulbificación si se cubren los requerimientos fotoperiódicos de la variedad. Según ensayos realizados con cultivares europeos y americanos, se encontró que todos diferían en cuanto al fotoperíodo mínimo que requerían para iniciar la bulbificación. Este fotoperíodo mínimo se denomina fotoperíodo crítico, el cual será una característica hereditaria de cada cultivar (Maeso, 1984, citado por Compiani y D`Acunti, 1994). Así, el requerimiento fotoperiódico, es el primer determinante del uso de un determinado cultivar en una región (Brewster y Rabinowitch, 1990).

El desarrollo del bulbo requiere la continuidad de fotoperíodo largo, ya que el mismo puede revertirse con la exposición de las plantas a fotoperíodos cortos. El número de días con fotoperíodo corto necesarios para causar esta reversión se incrementa a medida que avanza la bulbificación. El tiempo desde el inicio de la bulbificación a la cosecha decrece al aumentar el fotoperíodo, por lo cual bulbos

creciendo con un fotoperíodo muy por encima del crítico, generalmente son de escaso tamaño, por el rápido cese de la producción de hojas. El atraso de la bulbificación por imposición artificial de fotoperíodos cortos podría aumentar el tamaño de los mismos (Brewster y Rabinowicht, 1990).

Por su parte Jones y Mann (1963), señalan que a temperaturas normales, la longitud del día para que se de el comienzo de la bulbificación varía entre 12 y 16 hs, dependiendo del cultivar. Los cultivares de cebolla, según el número de horas luz que requieren para bulbificar pueden ser clasificados en: cultivares de día corto (11 a 12 hs), de día intermedio (12 a 13 hs) y de día largo (más de 13 hs) (Aldabe, 2000).

2.2.2 Temperatura.

Las temperaturas cálidas incrementan la tasa de bulbificación bajo fotoperíodos inductivos. El fotoperíodo crítico para el comienzo de la bulbificación puede disminuir al aumentar la temperatura, a su vez el tiempo que tarda el cultivo en comenzar a bulbificar bajo un fotoperíodo dado, se acorta a medida que la temperatura aumenta, siempre dentro de cierto rango (Brewster y Rabinowicht, 1990). Thompson y Smith (1938), citados por Izquierdo et al., (1981), establecieron que la bulbificación no tiene lugar si no existen temperaturas medias superiores a 15 °C, aunque el fotoperíodo sea inductivo. Estos autores encontraron que con temperaturas entre 10 y 15 °C, la bulbificación se inhibió. Por su parte Reis Filgueira, (1972) observó que entre 21 y 26 °C la bulbificación se aceleró, cuando las condiciones fotoperíodicas fueron favorables

Tanto la temperatura diurna como la nocturna son importantes para la promoción de este proceso. Por ejemplo, para plantas sometidas a igual temperatura durante el día pero diferente en la noche, se constató que el número de días al inicio de la bulbificación fue menor para aquellas expuestas a mayores temperaturas nocturnas. Aunque la tendencia general fue que la tasa de bulbificación se incrementó mediante incrementos de temperatura, éstas pueden causar más desarrollo de yemas laterales y consecuentemente mayor número de bulbos dobles, lo que disminuyó la calidad del producto (Brewster y Rabinowicht, 1990). Jones y Mann (1963), establecieron que bajo condiciones de temperaturas bajas, la maduración se vio retrasada y que repentinos ascensos de las mismas, excediendo el mínimo requerido, hicieron que la bulbificación se produjera en forma rápida y la maduración se adelantase, lo cual puede provocar disminución del rendimiento final.

2.2.3 Calidad de la luz.

Otro factor que estaría influyendo en la bulbificación es la calidad del espectro lumínico, más precisamente la relación rojo-rojo lejano. La bulbificación se ve favorecida por la disminución de ésta relación, por lo que el sombreamiento entre plantas, por ejemplo a causa de un alto índice de área foliar, puede acelerar la bulbificación y maduración (Brewster y Rabinowicht, 1990).

2.2.4 Tamaño y edad de la planta.

Varios autores señalan que la inducción a la bulbificación por parte del fotoperíodo y la temperatura depende del tamaño de la planta, ya que éstos serán efectivos sólo cuando se haya alcanzado un tamaño mínimo (Holdsworth, 1956, citado por Izquierdo et al., 1981) y aumenta a medida que el tamaño de planta se incrementa (Jones y Mann, 1963). Varios experimentos han revelado que la tasa de bulbificación a un fotoperíodo dado, se vio aumentada con el tamaño y edad de la planta. Aún cuando plantas de diferentes edades fueron defoliadas y llevadas a áreas foliares similares, las plantas de mayor edad comenzaron a bulbificar primero, por lo que se piensa que con la edad la planta se hace más sensible al estímulo del fotoperíodo (Brewster y Rabinowicht, 1990). También se ha demostrado que si se parte de una semilla, un plantín y un bulbillo para la misma variedad y sembrados todos al mismo tiempo, el bulbillo comienza a bulbificar primero, seguido por el plantín y por último la semilla (Gomez et al., 1977, citados por Compiani y D`Acunti, 1994).

2.3 FISIOLOGIA DE LA FLORACION.

Las plantas de cebolla son bianuales y florecen en la segunda estación de crecimiento. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias favorables, pueden hacerlo en el primer año. Esta floración prematura (bolting) es de gran importancia económica para el cultivo de bulbos comerciales, ya que trae aparejado disminución del rendimiento en calidad y cantidad (Brewster y Rabinowicht, 1990).
La emisión de los escapos florales es una respuesta a los estímulos ambientales y principalmente a las bajas temperaturas durante las primeras etapas del crecimiento (Thompson, 1938, citados por Izquierdo et al., 1981). Las condiciones favorables para la bulbificación (días largos y temperaturas altas), tienen un efecto adverso sobre la floración. También se ha constatado que cuando la temperatura es suficientemente baja para demorar la bulbificación, los días largos pueden actuar acelerando la emergencia del escapo floral, porque se incrementa la tasa de elongación del mismo (Heath, 1943; Brewster y Rabinowicht, 1990).

Al igual que ocurre en la bulbificación, la planta requiere un tamaño mínimo para ser receptiva a las temperaturas inductoras (Heath y Mathur, 1944, citados por Izquierdo et al., 1981). La floración ocurre en plantas que han pasado su etapa juvenil, dicha etapa se alcanzaría cuando las mismas tienen entre 10 y 14 hojas (Brewster y Rabinowicht, 1990). Además existen diferencias entre cultivares en cuanto a su sensibilidad a la floración prematura (Gomez y Lopez Palmero, 1977, citados por Compiani y D`Acunti, 1994).

Si bien la duración del día no sería esencial para la inducción floral, resultados experimentales han demostrado que un fotoperíodo largo durante la vernalización acelera la inducción floral (Brewster y Rabinowicht, 1990).

2.4 EPOCA DE SIEMBRA.

La época de siembra es un factor importante para la performance productiva del cultivo. Varios autores establecen que la fecha de siembra regula el crecimiento de las plantas, afectando la edad y tamaño de las mismas al momento de recibir los estímulos del ambiente para la bulbificación o para la vernalización. Una siembra temprana supone un mayor tamaño de planta cuando el fotoperíodo tiene la duración suficiente para que se de la bulbificación, este crecimiento será muy importante, ya que a partir de la formación del bulbo no se originan más hojas (Arboleya et al., 1986, citados por Nieves y Ruiz 1995; Brewster y Rabinowicht, 1990). Por el contrario, sembrar tardíamente, provoca una disminución del tamaño de los bulbos y por lo tanto del rendimiento comercial, como resultado de un menor desarrollo vegetativo de las plantas al momento de recibir los estímulos ambientales. Izquierdo et al., (1981), trabajando sobre el efecto de la época de siembra en diferentes variedades de cebolla, encontraron que efectivamente existe una caída del rendimiento comercial a medida que las siembras se retrasan.

Se ha constatado también un efecto de la época de siembra sobre el momento de cosecha, observándose que siembras más tempranas dan una más rápida maduración. Pero también se vio que los intervalos entre momentos de cosechas sucesivas son menores a los intervalos de tiempo entre siembras (Brewster y Rabinowicht, 1990; Izquierdo et al., 1995).

Las siembras tempranas, tienen también mayor riesgo de floración prematura, si se las compara con siembras más tardías. Esto es debido a que las plantas de mayor tamaño serán más sensibles a las temperaturas bajas inductoras de la floración que se pueden dar en etapas previas a la bulbificación del cultivo (Brewster y Rabinowicht, 1990; Gomez y Lopez Palmero, 1977 citados por Compiani y D`Acunti, 1994).

2.5 PROPAGACION POR BULBILLOS.

2.5.1 Consideraciones generales.

La propagación por bulbillos consiste en la siembra de una cebolla pequeña, obtenida en la primavera anterior mediante la siembra de un almácigo en el mes de octubre. Debido a la cercanía de la siembra de dicho almácigo con las condiciones favorables para la bulbificación, las pequeñas plantas bulbifican como una cebolla normal, permitiendo la cosecha de los bulbillos en diciembre (para las condiciones de Uruguay) (Dogliotti, 2004, com. per).

La siembra de bulbillos, es probablemente la forma más fácil de establecer un cultivo de cebolla. Un bulbillo es un propágulo grande y en reposo, el cual es menos sensible a las condiciones del suelo si se lo compara con las semillas o los plantines. El bulbillo tiene una gran reserva de asimilados comparado con una semilla y esto resulta en una mayor tasa de crecimiento, produciendo una planta grande en menos tiempo. Al necesitar una estación de crecimiento menor para producir bulbos

maduros, permite adelantar la cosecha llegando anticipadamente al mercado (Brewster y Rabinowicht, 1990; Hume y Secrett, 1971, citados por Compiani y D`Acunti, 1994).

2.5.2 Bulbificación.

La propagación por bulbillos necesitaría de un fotoperíodo más corto para la inducción de la bulbificación, si se compara con plantas derivadas de semilla. Cuando las plantas crecen a partir de bulbillos, el fotoperíodo crítico necesario para el desarrollo del bulbo normalmente es menor que el requerido por plantas provenientes de siembra directa o transplante (Madruguer y Allard. 1943, citados por Compiani y D`Acunti. 1994). Esto puede asociarse a la mayor edad fisiológica y a la mayor tasa de crecimiento que poseen las plantas derivadas de bulbillos, lo que hace que alcancen tamaños mayores en períodos de tiempo más corto y esto les permitiría comenzar a bulbificar antes (Heath, 1943).

La respuesta al fotoperíodo para iniciar la bulbificación en plantas provenientes de bulbillos está relacionada con la temperatura a la que fueron almacenados los bulbillos desde su cosecha a la siembra. Cuando los bulbillos son almacenados a temperaturas cercanas a los 28- 30 °C, el desarrollo del bulbo se ve atrasado y los requerimientos fotopériódicos son mayores que para aquellos almacenados a temperaturas más frescas (Brewster y Rabinowicht, 1990). Esto se debe a que las altas temperaturas demoran y restringen la bulbificación porque causan un mayor número de hojas expandidas y también porque estas temperaturas estarían destruyendo promotores de la bulbificación presentes en los bulbillos (Brewster y Rabinowicht, 1990). Por otra parte, ha sido señalado que bulbillos almacenados a altas temperaturas en la fase final de la dormancia, tienden a producir hojas distorsionadas, especialmente si durante el crecimiento las temperaturas son cálidas. Estas plantas generalmente no sobreviven (Heath, 1943). El mayor tamaño que logran las plantas nacidas a partir de bulbillos antes de que se alcance el fotoperíodo crítico, respecto a las que crecieron de semilla o fueron transplantadas, conduce a que produzcan bulbos de mayor tamaño, aún cuando las temperaturas luego de la bulbificación sean altas (lo cual acelera la maduración, acortando el período de desarrollo del bulbo) en condiciones de alta latitud cuando la estación de crecimiento es corta (Heath, 1943).

2.5.3 Floración prematura.

La floración prematura puede ser un problema para los cultivos de cebolla instalados a partir de bulbillos. Este problema se ve acentuado si se parte de bulbillos grandes o la plantación se hace temprano, lo cual puede exponer a las plantas a temperaturas bajas antes de que se pueda dar la bulbificación. En ausencia de floración prematura, los bulbillos de mayor tamaño, dan mayores rendimientos (Brewster y Rabinowicht, 1990). Estos autores sostienen que los bulbillos por debajo de cierto peso crítico, no pueden inducir la flor; éste peso crítico varía según el cultivar, pero se ubicaría dentro del rango de los aproximadamente 4 a 7 g de peso fresco aproximadamente.

Si bien la inducción se da luego de superada la fase juvenil, estudios realizados demuestran que con sólo 10 hojas iniciadas plantas que provienen de bulbillos son capaces de recibir el estímulo floral, lo que sugiere que más que el número de hojas, el tamaño de la planta es determinante a la hora de la inducción (Brewster y Rabinowicht, 1990). La temperatura de almacenamiento es un factor importante en este proceso. Para bulbillos almacenados a temperaturas entre 9 y13°C, se encontró que los más grandes iniciaban la floración antes que los de talla más chica. La temperatura de almacenamiento entre 27-29°C, previene o reduce la tendencia a la floración prematura en bulbillos, especialmente en los de mayor tamaño. Pero también se constató que estas condiciones pueden aumentar el vigor de las plantas en el cultivo, atrasando la maduración. Temperaturas de 23°C son aconsejadas para la conservación de bulbillos, sin tener efectos adversos (Brewster y Rabinowicht, 1990; Hume y Secrett, 1971, citados por Compiani y D`Acunti, 1994).

2.5.4 Precocidad.

Las plantas provenientes de bulbillos bulbifican y maduran antes que las plantas provenientes de siembra directa o transplante, permitiendo así tener una cosecha comercial precoz. Este método de instalación del cultivo también es usado en países que poseen una corta estación de crecimiento para la cebolla debido al clima, donde se les dificulta obtener buenos rendimientos a partir de semilla (Brewster y Rabinowicht, 1990; Madisa, 1994).

2.5.5 Bulbos divididos.

Se ha señalado que temperaturas frías o muy cálidas, daños en el brote terminal, amplio marco de plantación y excesiva fertilización pueden ser algunos factores influyentes. También se ha constatado que algunos cultivares tienen mayor tendencia a producir bulbos divididos que otras (Gomez y Lopez Palmero, 1977, citados por Compiani y D`Acunti, 1994). Para el caso de los bulbillos, se cree que tamaños grandes y épocas de siembra tempranas favorecen la aparición de bulbos divididos. Brewster y Rabinowicht, (1990), citan como una desventaja de los bulbillos grandes (con diámetros ecuatoriales superiores a 20,1 mm), la tendencia a producir bulbos divididos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION DEL ENSAYO Y ANÁLISIS DE SUELO.

Este ensayo, se llevó a cabo desde mayo a diciembre de 2003, en el campo experimental del Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía, ubicado en la zona de Rincón del Gigante, departamento de Canelones, Uruguay.

El experimento se realizó sobre un Brunosol Subeútrico en el cual se plantó moha (*Setaria italica*) como abono verde el verano anterior. Para determinar las propiedades químicas del mismo, se realizó un muestreo de los primeros 20 cm de profundidad. El análisis químico se llevó a cabo en el laboratorio de Suelos y Aguas perteneciente a la División de Suelos y Aguas del M.G.A.P. Los resultados fueron los que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Análisis químico del suelo.

Identificación de la muestra	pH		M.O	P	K	Ca	Mg	Na
	H2O	KCL	%	*	**	**	**	**
	5.7	4.8	2.6	23	0.88	11.2	4.8	0.48

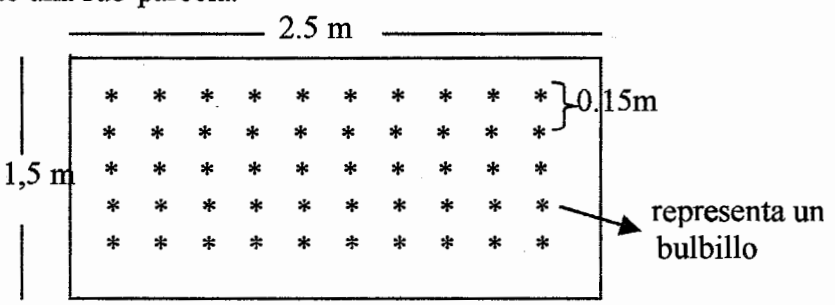
* Partes por millón.
**Miliequivalentes cada 100 gamos de suelo.
Fuente: M.G.A.P; Dirección de Suelos y Aguas.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.

Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas, con 4 repeticiones en bloques al azar mediante un arreglo factorial 3 por 3. Los tratamientos aplicados en la parcela grande fueron tres épocas de siembra y en las subparcelas se establecieron los tres tamaños de bulbillos.

Los bulbillos se plantaron en canteros separados 1,5 m a 5 hileras por cantero, a una distancia entre bulbillos dentro de la hilera de 0.1 m. Cada parcela grande tenía una dimensión de 1,5 por 7,5 m y se subdividió en 3 subparcelas de 1,5 por 2,5 m c/u (Figuras 1 y 2). Se sembraron 125 bulbillos por subparcela lo que correspondió a una densidad de 333.000 plantas por hectárea.

Figura 1: Croquis de una sub-parcela.



Las tres épocas de siembra fueron el 26 de mayo, el 23 de junio y el 21 de julio de 2003. Los tamaños de bulbillos sembrados fueron 2-2.5 cm, 1.5-2 cm y 1.5-1 cm de diámetro ecuatorial, lo que correspondió a los tamaños grande, mediano y chico respectivamente. Se utilizó el cultivar Pantanoso del Sauce-CRS.
El diseño experimental fue detallado en la Figura2.

Figura 2: Croquis del ensayo en el campo.

N

Bloque N° 1			Bloque N° 2			Bloque N° 3			Bloque N° 4		
T1 F2	T1 F3	T3 F1	T1 F1	T3 F2	T2 F3	T3 F3	T2 F2	T2 F1	T1 F2	T2 F1	T3 F3
T2 F2	T3 F3	T1 F1	T2 F1	T2 F2	T1 F3	T2 F3	T1 F2	T3 F1	T3 F2	T1 F1	T1 F3
T3 F2	T2 F3	T2 F1	T3 F1	T1 F2	T3 F3	T1 F3	T3 F2	T1 F1	T2 F2	T3 F1	T2 F3

Referencias:
F1 primer época de siembra (26/05/03); F2 segunda época de siembra (23/06/03), F3 tercer época de siembra (21/07/03).

Tamaño de bulbillo en cm: T1:$T_{2\text{-}2,5}$; T2:$T_{1,5\text{-}2}$; T3:$T_{1\text{-}1,5}$.

3.3 MANEJO DEL CULTIVO.

3.3.1 Instalación del ensayo.

Los bulbillos fueron producidos en el Centro Regional Sur en la primavera del año 2002 y almacenados en galpón hasta su clasificación por tamaño previo a la plantación. Se utilizó un clasificador de madera con los tres diámetros ya citados, descartándose aquellos bulbillos que presentaron algún signo de anomalía, por ejemplo pudriciones o brotado.

Al momento de cada siembra se tomó una muestra representativa de 5 bulbillos dentro de cada tamaño, evaluándose el peso fresco y posteriormente el peso seco. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3: Peso fresco y seco de los bulbillos según época de siembra (promedio de 5 bulbillos).

Tamaño de bulbillo (cm)	26/05/03		23/06/03		21/07/03	
	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
$T_{2-2.5}$	7.60	0.85	5.42	0.60	6.61	0.73
$T_{1.5-2}$	4.60	0.50	4.17	0.45	4.24	0.54
$T_{1-1.5}$	1.40	0.18	1.68	0.18	1.45	0.21

La plantación se realizó en forma manual, enterrando los bulbillos a 1 cm de profundidad.

3.3.2 Fertilizaciones.

El 16/05/03, previo a la instalación de la primer época de siembra, se hizo una fertilización de base teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelo. En la misma se emplearon 40 kg ha-1 de urea y 175 kg ha-1 de superfosfato triple (0-48-0). Posteriormente, según los requerimientos del cultivo, se fertilizó con una dosis de urea de 217 kg ha-1, fraccionada en dos aplicaciones de 108.5 kg ha-1.

3.3.3 Riego

Se comenzó a realizar riego por goteo a partir del 10/09/03, mediante un sistema de riego instalado previamente en el mismo campo experimental. La cantidad de agua aplicada en cada riego (lámina de riego) se determinó teniendo en cuenta el régimen de precipitaciones y demanda del cultivo. El criterio empleado fue mantener siempre el suelo cercano a la capacidad de campo, la misma se determinó con la ayuda de un tensiómetro.

3.3.4 Manejo fitosanitario.

Se realizaron aplicaciones preventivas de fungicidas cada 15 días aproximadamente, a partir del 19/08/03 hasta el 21/10/03. Para las mismas se usaron de forma alternada Rovral (20 ml cada 10 L de agua) y Oxicloruro de Cu (25 g cada 10 L de agua). Los días 29/9/03, 17/10/03, 22/10/03 y 28/10/03, se hicieron aplicaciones de tipo curativa con Previcur (25 ml cada 10 L de agua), ya que se empezaron a registrar graves ataques de peronóspora (*Peronóspora destructor*). Este problema fitosanitario afectó gran parte del área foliar de las plantas más grandes.

3.3.5 Manejo de las malezas.

Para el control de las malezas se aplicó Goal (Oxifluorfen) a razón de 1 L/ha en cada fecha de siembra en pre-emergencia del cultivo y de las malezas. El día 15/09/03 se aplicó Linurex (Linurón) a razón de 1,5 L/ha.

3.3.6 Cosecha.

La cosecha se llevó a cabo el día 4/12/03, utilizándose como índice de cosecha el 50% de plantas volcadas. Los bulbos cosechados fueron colocados en cajones y llevados a un galpón para su posterior curado. A los 15 días de la cosecha, se hizo el descolado con el objetivo de facilitar el secado de los bulbos. La clasificación final por categoría, diámetro y peso, se realizó el 13/01/04.

3.4 DETERMINACIONES EN EL CULTIVO.

3.4.1 Días desde la siembra a 50 % de plantas emergidas.

Se determinaron los días transcurridos desde la siembra hasta la emergencia del 50% de las plantas. Cada 2 días a partir del momento de siembra, contabilizándose el número de bulbillos brotados dentro de los 25 bulbillos centrales de cada parcela.

3.4.2 Diámetro ecuatorial del bulbo y del falso tallo.

Para ésta y las siguientes variables se realizaron muestreos destructivos cada 4 semanas desde la siembra al momento de la bulbificación, a partir del cual y hasta la cosecha se hicieron cada 2 semanas.
En cada uno de los muestreos se extrajeron 5 plantas por parcela. Con el objetivo de minimizar tanto el efecto borde como el efecto por el espaciado de las plantas faltantes, las 5 plantas se extrajeron en filas intercaladas a partir de la segunda fila desde uno de los bordes de la parcela. Para determinar el diámetro ecuatorial se empleó un calibre de mano.

3.4.3 Número promedio de hojas por planta.

En éste caso se contabilizó el número de hojas verdes de cada una de las plantas de la muestra. Luego se hizo un promedio de las 5 plantas.

3.4.4 Peso fresco y seco de:
3.4.4.1 Planta entera.
3.4.4.2 Bulbo.
3.4.4.3 Hojas.
3.4.4.4 Falso tallo.

Para evaluar el peso fresco se utilizó una balaza de precisión; previamente las plantas habían sido lavadas para retirar de ellas restos de suelo, etc. Luego de evaluado el peso de las plantas enteras, éstas se fraccionaron para pesar las diferentes partes ya citadas.

Para el peso seco, las fracciones fueron colocadas en bandejas de papel aluminio y puestas en estufa a 60 °C durante 48 horas.
Luego la muestra fue pesada en la balanza de precisión.

3.4.5 Área foliar por planta (AFP).

Este indicador se obtuvo en forma indirecta multiplicando el Área foliar específica por el peso fresco de las hojas. El Área foliar específica se calculó como la división del área foliar (cm^2) entre el peso fresco (g) de esa área. Para dicho cálculo se tomaron al azar tres hojas de cada muestra y se cortó en cada una de ellas un rectángulo de 3 cm de ancho, el largo del mismo estaba determinado por el ancho de la propia hoja. La suma de las superficies de los tres rectángulos obtenidos se dividió por el peso fresco de los mismos.

3.4.6 Inicio de la bulbificación.

Para determinar éste parámetro se midió a partir del 20/10/03 cada dos semanas, además del diámetro ecuatorial del bulbo (D), el diámetro a la altura del cuello (d). El índice de bulbificación usado fue $D/d \geq$ dos. Cuando el promedio de la relación D/d entre las cinco plantas de la muestra por parcela alcanzó el valor de dos, se consideró que en esa parcela había comenzado la bulbificación.

3.4.7 Momento de la cosecha.

Se fijó como índice de cosecha el momento en que el 50 % o más de las plantas de cada parcela (sin contabilizar las plantas florecidas) presentaron vuelco. Para esto se hicieron dos muestreos el 20/11/03 y el 1/12/03.
Dichos muestreos se realizaron dentro de las 21 plantas centrales de cada parcela (no se consideraron las plantas del borde). Solo se cosecharon 25 plantas por parcela.

3.5 DETERMINACIONES POST-COSECHA.

Luego del curado de los bulbos, se realizó el día 13/01/04 la clasificación de los mismos según las siguientes categorías:
-Diámetro de bulbo < 4 cm.
-Diámetro de bulbo de 4-5 cm.
-Diámetro de bulbo >5 cm.
-Bulbos divididos.
-Plantas descartadas por floración.
-Otros descartes.

Para la clasificación por calibre se utilizó una placa de madera con los calibres previamente perforados.

En cada categoría se evaluó el número de unidades y el peso de los bulbos.
Para evaluar el rendimiento por parcela, se tomaron solo las categorías comerciales, o sea las de diámetro de bulbo mayor a 4 cm. Las demás categorías fueron consideradas como descartes.

3.6 VARIABLES ESTUDIADAS.

A los efectos de estudiar el comportamiento del cultivar Pantanoso del Sauce-CRS cultivada a partir de bulbillos, se analizaron las siguientes variables.

3.6.1 Variables referentes al ciclo del cultivo:

-Número de días desde siembra al 50% de emergencia.
-Número de días desde siembra a inicio de bulbificación.
-Duración de la bulbificación: calculado como número de días desde inicio de bulbificación a 50 % de plantas volcadas.
-Duración del ciclo del cultivo: calculado como número de días desde siembra a 50 % de plantas volcadas.
-Peso seco total o de la planta entera.
-Peso seco de las hojas.
-Peso seco del falso tallo.
-Peso seco del bulbo.
-Número de hojas promedio por planta.
-Área foliar por planta (AFP): calculada como: AFE (cm^2/ g) x peso fresco de las hojas (g).
-Índice de área foliar (IAF): calculado como: AFP (cm^2) / área ocupada por cada planta (cm^2).
-Diámetro del bulbo.
-Índice de partición de asimilados hacia el bulbo: calculado como Peso seco del bulbo (g) / Peso seco total (g).

3.6.2 Variables referentes al rendimiento del cultivo:

-Porcentaje de plantas cosechadas con floración prematura.
-Porcentaje de plantas cosechadas con presencia de bulbos divididos.
-Rendimiento comercial en kg ha^{-1} para bulbos de diámetro> 5 cm.
-Rendimiento comercial en kg ha^{-1} para bulbos de diámetro entre 4 y 5 cm.
-Rendimiento comercial total en kg ha^{-1}, calculado como la suma de las dos categorías anteriores.
-Descartes por tamaño, calculado como los kg ha^{-1} de bulbos cuyo diámetro no superó los 4 cm.
-Otros descartes en kg ha^{-1} debido a otras causas como pudriciones y malformaciones.
-Descartes por floración en kg ha^{-1}.
-Descarte total en kg ha^{-1}, calculado como la suma de todas las categorías de descarte.

Para todas estas variables se realizó ANOVA utilizando el programa SAS en la Unidad de Estadística y Cómputos de la Facultad de Agronomía. La separación de medias se hizo utilizando el test – t :

$t = X_1 - X_2 / SE$

donde,

X_1 y X_2 son las medias estimadas del tratamiento 1 y 2 respectivamente
SE es el error estándar estimado de la diferencia entre medias

En cada cuadro se indica el valor crítico de probabilidad de t utilizado para considerar las diferencias como estadísticamente significativas.

4. RESULTADOS

4.1 CICLO DEL CULTIVO.

4.1.1 Días desde siembra a 50 % de emergencia.

Se observaron diferencias significativas en la duración del período entre siembra y 50% de emergencia entre las diferentes épocas de siembra, pero no entre tamaños de bulbillo. Tampoco se detectó interacción significativa entre época y tamaño de bulbillo. La primer época de siembra fue la que alcanzó el 50 % de plantas emergidas en menos tiempo, seguida por la segunda y tercer época que no difirieron estadísticamente entre sí (Cuadro 4).

Cuadro 4: Número de días promedio desde siembra a 50 % de emergencia según época de siembra y tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	**Época de siembra** 26/05/03	23/06/03	21/07/03	**promedio**
$T_{2-2,5}$	16	18	16	17 a
$T_{1,5-2}$	15	17	17	16 a
$T_{1-1,5}$	15	18	17	17 a
promedio	15 b	17 a	17 a	

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV: 9,30%

4.1.2 Días desde siembra a inicio de bulbificación.

Se encontraron diferencias significativas para ésta variable entre épocas de siembra y entre tamaño de bulbillos, pero no se detectó interacción significativa entre época y tamaño. Todas las épocas difirieron estadísticamente entre sí. La primer época de siembra presentó el mayor número de días desde la siembra al comienzo de la bulbificación, seguida por la segunda y tercera época, respectivamente (Cuadro 5). Si bien las tres épocas de siembra comenzaron a bulbificar en fechas cercanas en el tiempo, la época más tardía fue la que alcanzó primero el índice de bulbificación, con una diferencia de 3 y 5 días con la segunda y primera época, respectivamente.

El mayor número de días desde siembra a inicio de bulbificación se observó en el tratamiento $T_{2-2,5}$, mientras que la menor duración de este período se observó en el tratamiento $T_{1-1,5}$. El tratamiento $T_{1,5-2}$ se ubicó en una posición intermedia sin tener diferencias significativas con los otros dos (Cuadro 6).

Cuadro 5: Número de días desde siembra a inicio de la bulbificación según época de siembra.

Época de siembra	N° de días a bulbificación	Fecha de bulbificación
26/05/03	158 a	31/10/03
23/06/03	127 b	29/10/03
21/07/03	97 c	26/10/03

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 3,07%

Cuadro 6: Número de días desde siembra a inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Número de días a bulbificación
$T_{2\text{-}2,5}$	129 a
$T_{1,5\text{-}2}$	127 ab
$T_{1\text{-}1,5}$	126 b

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 3,07%

4.1.3 Duración del período de bulbificación.

Se observaron diferencias significativas en la duración de la bulbificación entre tamaños de bulbillo y entre épocas de siembra, pero no se observó interacción significativa entre época y tamaño. La primer época fue la que tuvo menor número de días para la formación y maduración del bulbo, diferenciándose estadísticamente sólo con la tercera época de siembra donde el período de bulbificación tuvo la mayor duración. La segunda época no presentó diferencias estadísticas con las demás (Cuadro 7).

La duración del período de bulbificación fue significativamente mayor para el tamaño menor de bulbillos. No hubo diferencias significativas entre el tamaño mediano y mayor (Cuadro 8).

Cuadro 7: Duración de la bulbificación según época de siembra.

Época de siembra	N° de días de bulbificación	Fecha a 50% de vuelco
26/05/03	26 b	25/11/03
23/06/03	29 ab	26/11/03
21/07/03	30 a	25/11/03

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV:19,93%

Cuadro 8: Duración de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Días desde bulbificación a 50% de vuelco
$T_{2-2,5}$	27 b
$T_{1,5-2}$	28 b
$T_{1-1,5}$	32 a

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV: 19,93%

4.1.4 Duración del ciclo de cultivo.

Se encontraron diferencias significativas en la duración total del ciclo entre épocas de siembra y entre tamaños de bulbillos, pero no hubo interacción significativa entre época y tamaño. La primer época de siembra fue la que tuvo mayor número de días desde la siembra a 50% de vuelco, seguida por la segunda y tercera épocas respectivamente (Cuadro 9). Las tres épocas de siembra alcanzaron el 50% de vuelco casi al mismo tiempo (Figura 3).

El tamaño $T_{1-1,5}$ fue el que presentó mayor número de días desde siembra a 50% de plantas volcadas. Los tamaños $T_{1,5-2}$ y $T_{2-2,5}$ lograron el 50% de vuelco en menor tiempo, sin diferencias significativas entre ellos (Cuadro 10 y Figura 4).

Cuadro 9: Número de días desde siembra a 50 % de plantas volcadas según época de siembra.

Época de siembra	N° de días al 50% de vuelco
26/05/03	185 a
23/06/03	156 b
21/07/03	127 c

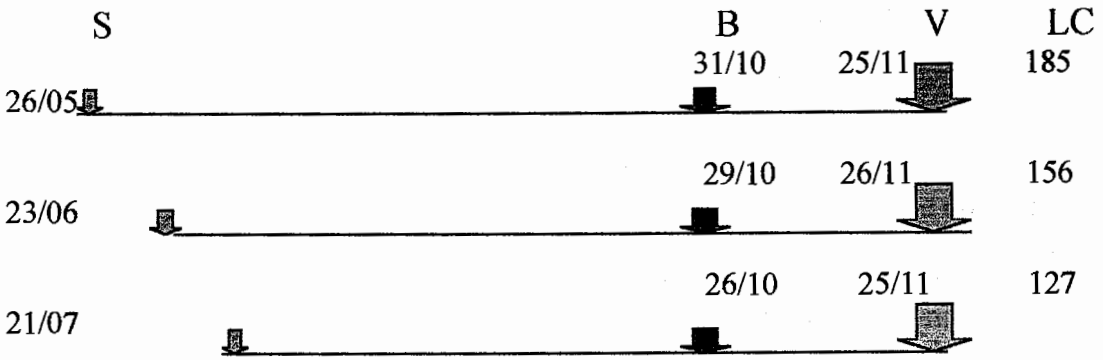
Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 2,76%

Cuadro 10: Número de días desde siembra a 50 % de plantas volcadas según tamaño de bulbillo.

Diámetro de bulbillo (cm)	N° de días al 50% de vuelco
$T_{2-2,5}$	155 b
$T_{1,5-2}$	154 b
$T_{1-1,5}$	158 a

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV: 2,76%

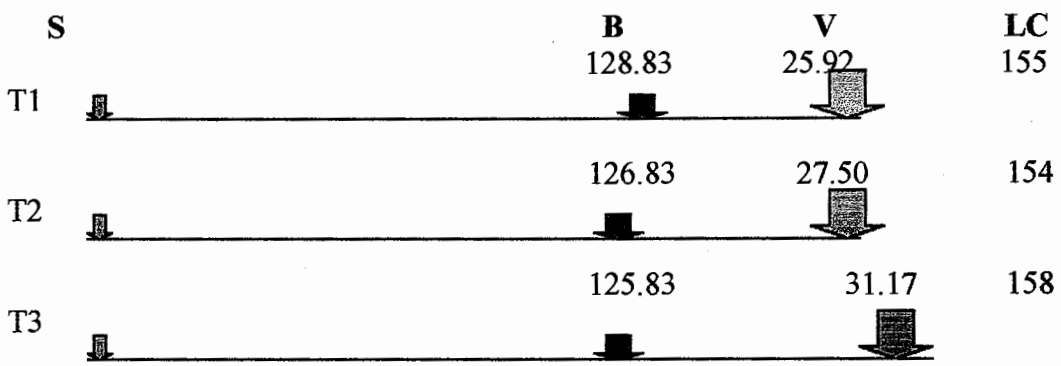
Figura 3: Efecto de la época de siembra sobre el ciclo del cultivo.



26/05 : primera época de siembra
23/06: segunda época de siembra
21/07:tercera época de siembra

S:siembra
B: fecha de inicio de la bulbificación
V: fecha de 50 % de vuelco
LC: duración del ciclo del cultivo en días

Figura 4: Efecto del tamaño de bulbillo sobre el ciclo del cultivo.



T1: tamaño 2.5-2.0 cm.
T2: tamaño 2.0-1.5 cm.
T3: tamaño 1.5-1.0 cm.

S: siembra.
B: días desde siembra a inicio de bulbificación.
V: días desde inicio de bulbificación a 50% de vuelco.
LC: duración del ciclo del cultivo en días.

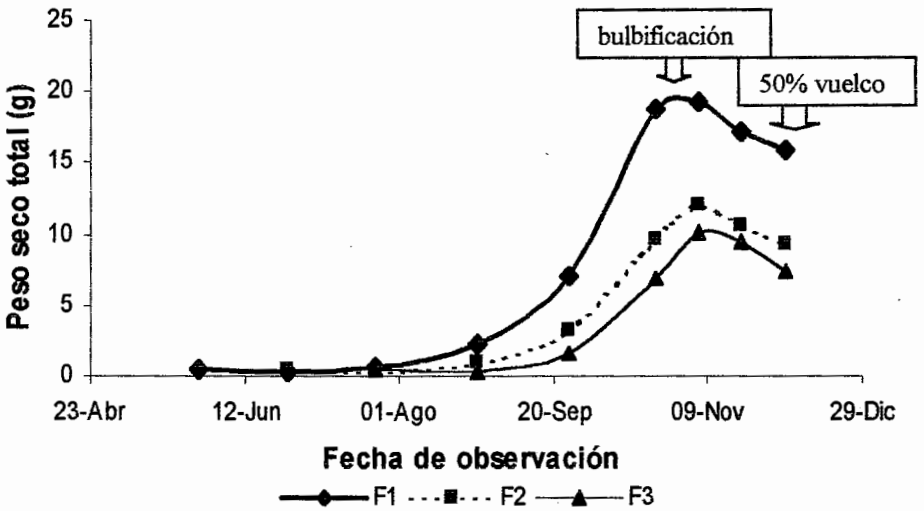
4.2 EVOLUCION DEL PESO SECO DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LA PLANTA Y ANÁLISIS DEL PESO SECO AL INICIO DE LA BULBIFICACIÓN.

4.2.1 Peso seco total.

4.2.1.1 Evolución del peso seco total.

El crecimiento de la planta tuvo diferentes etapas (Figura 5). Primero se observó una disminución del peso seco dado por el consumo de las reservas del bulbillo a medida que se formó la nueva planta. Luego vino una etapa de crecimiento exponencial y casi al final de ésta etapa comenzó a darse la bulbificación. Luego del inicio de la bulbificación la planta continuó acumulando peso seco pero a una tasa decreciente, hasta llegar a un punto máximo a partir del cual el peso seco total comenzó a disminuir debido a la pérdida de parte de la masa foliar. La primer época de siembra (aunque no se estudió estadísticamente) se destacó frente a las demás por alcanzar mayor peso seco total durante todo el ciclo del cultivo (Figura 5).

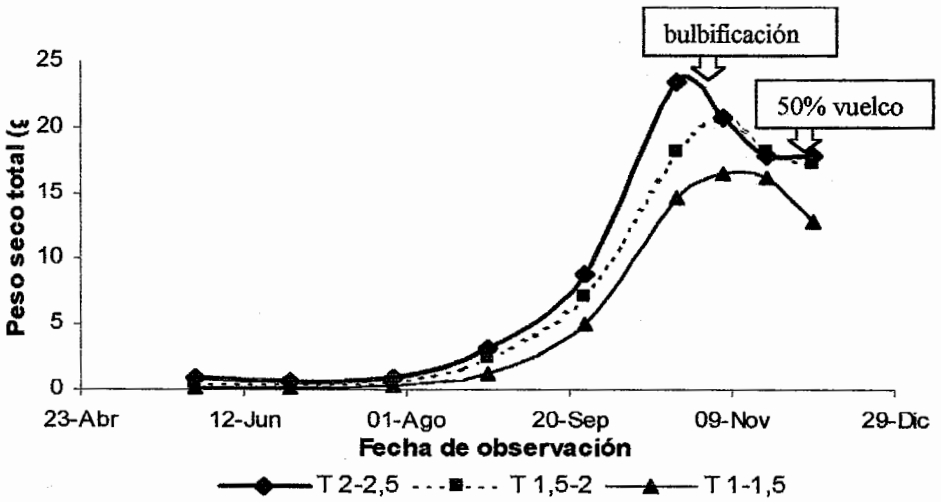
Figura 5: Evolución del peso seco total según época de siembra.



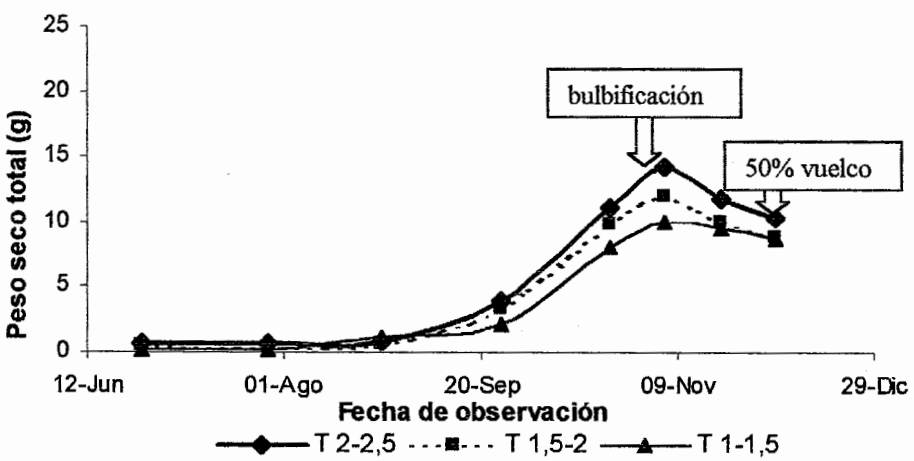
El efecto del tamaño de bulbillo en el crecimiento total se presenta en el Figura 6. Previo al inicio de la bulbificación, las diferencias entre tamaños de bulbillo fueron más notorias a medida que se adelantó la época de siembra, aunque siempre hubo una superioridad del tamaño $T_{2\text{-}2,5}$ frente a los demás. Aunque no se hizo un análisis estadístico, la tendencia indicó que las plantas provenientes de los bulbillos mas grandes fueron de mayor tamaño durante todo el ciclo del cultivo.

Figura 6: Evolución del peso seco total según tamaño de bulbillo para la primera (A), segunda (B) y tercera (C) época de siembra.

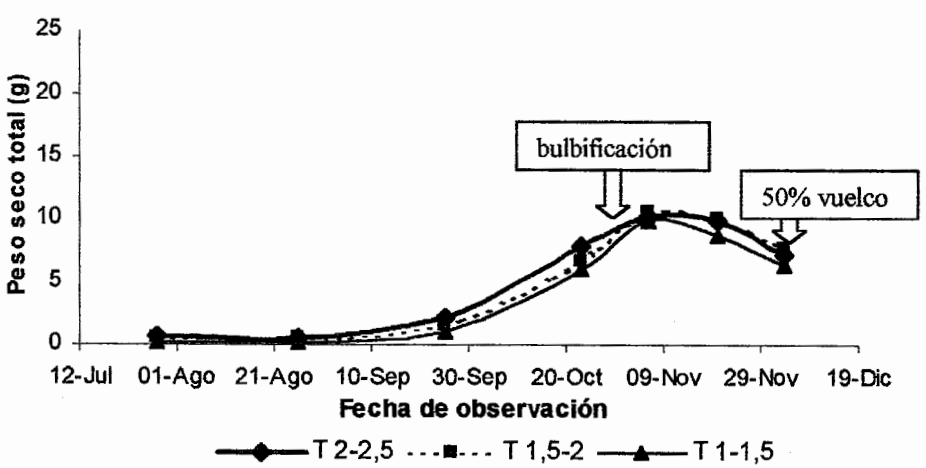
A



B



C



4.2.1.2 Peso seco total al inicio de bulbificación.

Se encontraron diferencias significativas entre épocas de siembra y tamaños de bulbillo, pero no se observó interacción significativa entre estos dos factores. Todas la épocas se diferenciaron estadísticamente entre sí. La primer época de siembra fue la que logró mayor peso seco total al inicio de la bulbificación, seguida por la segunda y tercera épocas, respectivamente (Cuadro 11). Los tres tamaños se diferenciaron estadísticamente entre sí . El tamaño $T_{2-2,5}$ fue el que alcanzó mayor peso seco al inicio de la bulbificación, seguido por $T_{1,5-2}$ y finalmente $T_{1-1,5}$ (Cuadro12).

Cuadro 11: Peso seco total al inicio de la bulbificación según época de siembra.

Epoca de siembra	**Peso seco (g)**
26/05/03	18.52 a
23/06/03	10.10 b
21/07/03	7.54 c

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 14,94%

Cuadro 12: Peso seco total al inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Diámetro de bulbillo (cm)	**Peso seco (g)**
$T_{2-2,5}$	13.8 a
$T_{1,5-2}$	12.5 b
$T_{1-1,5}$	9.9 c

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%.CV: 14,94

4.2.2 Peso seco de las hojas.

4.2.2.1 Evolución del peso seco de las hojas.

Se observó un crecimiento exponencial del área foliar del cultivo hasta llegar a un peso seco máximo que se dio próximo al inicio de la bulbificación, a partir del cual éste comienza a disminuir, debido principalmente a la pérdida de follaje. Al igual que lo ocurrido con el peso seco total de la planta, se observó la tendencia de que la primer época de siembra fue superior en lo que respecta a peso seco de las hojas, si se la compara con las otras dos épocas de siembra (Figura 7).

Un comportamiento similar se observó entre los diferentes tamaños de bulbillo, donde se observó la tendencia de un mayor peso seco de las hojas de $T_{2-2,5}$ frente al resto de los tamaños (Figura 8).

Figura 7: Evolución del peso seco de las hojas según época de siembra.

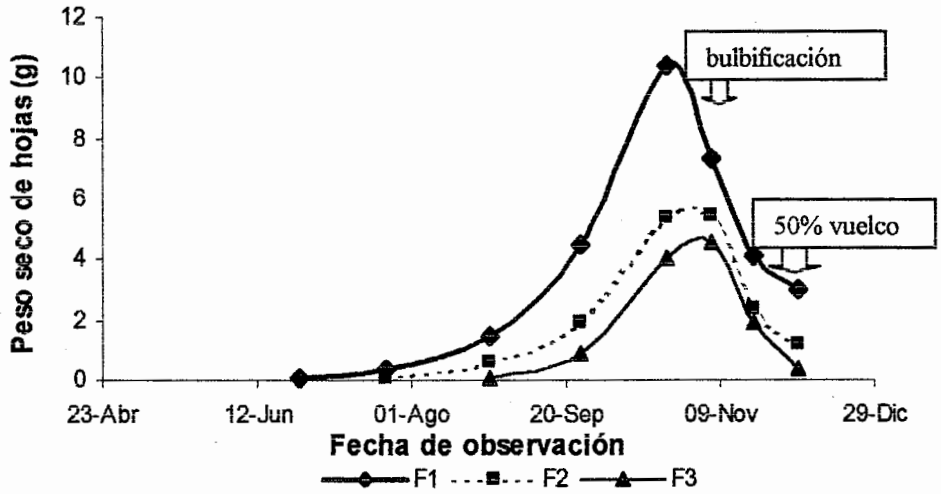
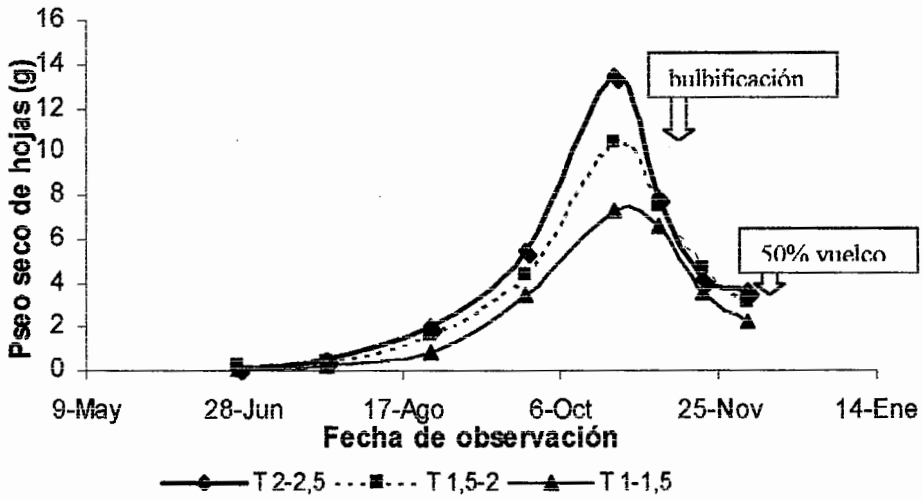


Figura 8: Evolución del peso seco de las hojas según tamaño de bulbillo para la primer época de siembra.*



* Dada la similitud en comportamiento de los tres tamaños de bulbillo en las diferentes épocas de siembra, se eligió con el fin de ilustrar dicho comportamiento la primer época.

4.2.2.2 Peso seco de las hojas al inicio de la bulbificación.

Se encontraron diferencias significativas para época y tamaño de bulbillo, mientras que no hubo interacción entre época y tamaño. El mayor peso seco de hojas al inicio de la bulbificación fue observado para la primer fecha de siembra, seguida por la segunda y tercera fechas, difiriendo significativamente entre ellas (Cuadro 13). Los tratamientos $T_{2\text{-}2,5}$ y $T_{1,5\text{-}2}$ presentaron el mayor peso seco de hojas al inicio de la bulbificación, sin diferencias significativas entre si (Cuadro 14).

Cuadro 13: Peso seco de hojas al inicio de la bulbificación según época de siembra.

Epoca de siembra	Peso seco de las hojas (g)
26/05/03	8,5 a
23/06/03	6,3 b
21/07/03	3,9 c

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 17,01%

Cuadro 14: Peso seco de las hojas al inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Peso seco de las hojas (g)
$T_{2-2,5}$	6.6 a
$T_{1,5-2}$	6.2 a
$T_{1-1,5}$	5.0 b

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 17,01%

4.2.3 Peso seco del falso tallo.

4.2.3.1 Evolución del peso seco del falso tallo.

Lo que se observó en la evolución del peso seco del falso tallo a lo largo del ciclo del cultivo, tanto para las diferentes épocas de siembra como para los distintos tamaños de bulbillos, fue un aumento exponencial del peso seco del falso tallo hasta llegar a un máximo próximo al inicio de la bulbificación, a partir del cual el peso comenzó a disminuir (Figuras 9 y 10). Aunque no se realizó un estudio estadístico que confirmase diferencias a lo largo del ciclo, es importante destacar el mayor peso seco que alcanzó la primer época de siembra con respecto a las otras dos épocas, posiblemente asociado al alto porcentaje de floración prematura de dicha época (Cuadro 22).

Figura 9: Evolución del peso seco del falso tallo según época de siembra.

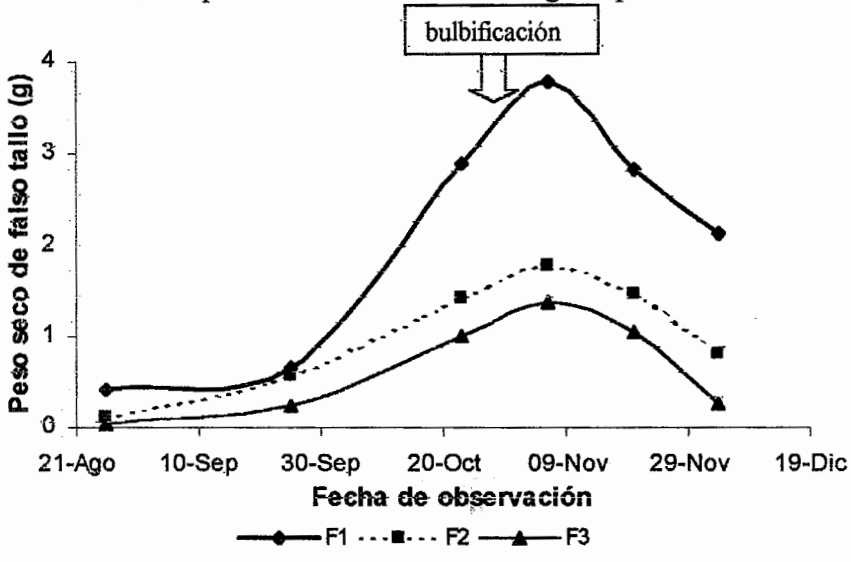
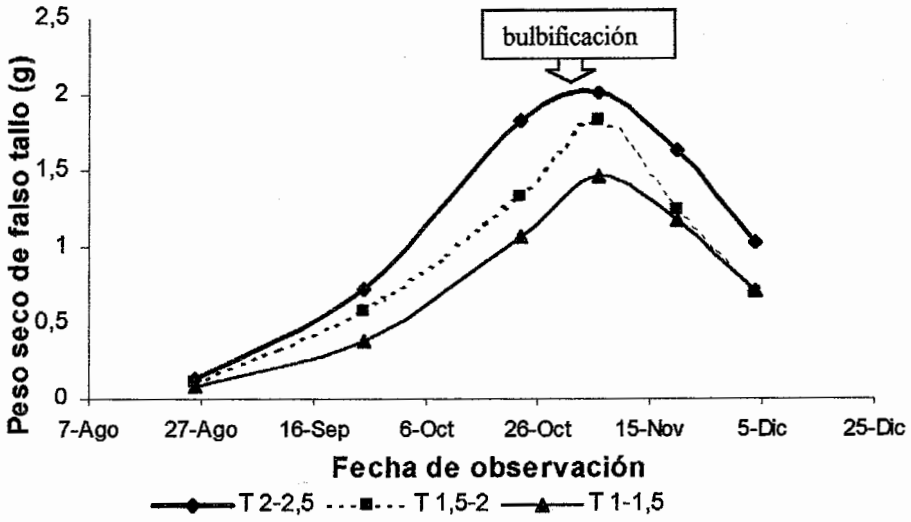


Figura 10: Evolución del peso seco del falso tallo según tamaño de bulbillo para la segunda época de siembra.*



* Dada la similitud en comportamiento de los tres tamaños de bulbillo en las diferentes épocas de siembra, se eligió, con el fin de ilustrar dicho comportamiento la segunda época.

4.2.3.2 Peso seco del falso tallo al inicio de la bulbificación.

Se observaron diferencias significativas en el peso seco del falso tallo al inicio de la bulbificación entre épocas de siembra y tamaños de bulbillo, pero no se registró interacción significativa entre época y tamaño. Se observó que el mayor peso seco fue alcanzado por la primer época de siembra. La segunda y tercera épocas presentaron valores más bajos de peso seco, sin diferencias significativas entre ellas (Cuadro 15).

El tamaño más chico de bulbillo presentó el menor peso seco, difiriendo significativamente con los restantes tamaños los cuales presentaron mayores pesos secos pero sin diferencias significativas entre sí (Cuadro 16).

Cuadro 15: Peso seco del falso tallo al inicio de la bulbificación según época de siembra.

Epoca de siembra	Peso seco (g)
26/05/03	3.5 a
23/06/03	1.5 b
21/07/03	1.2 b

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV: 32,16%

Cuadro 16: Peso seco del falso tallo al inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Peso seco (g)
$T_{2\text{-}2,5}$	2.3 a
$T_{1,5\text{-}2}$	2.2 a
$T_{1\text{-}1,5}$	1.6 b

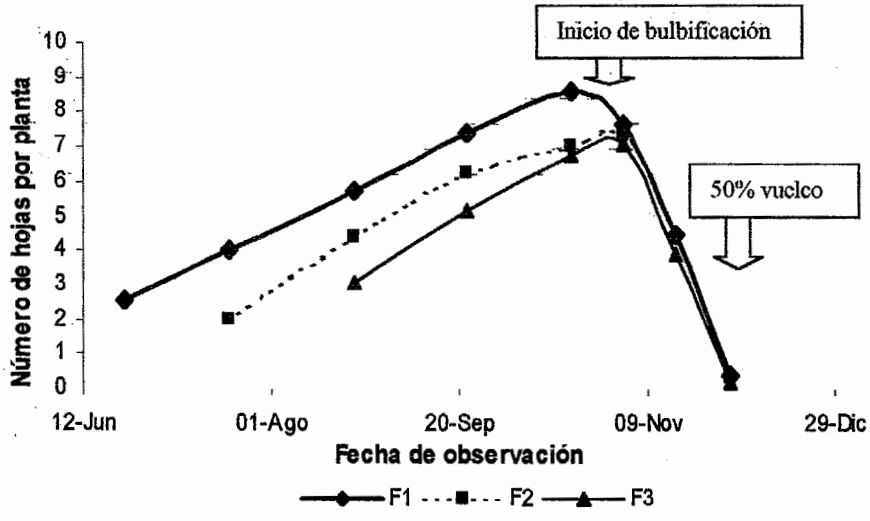
Medias seguidas de iguales letras no difieren al 5%. CV: 32,16

4.3. ANÁLISIS DEL NUMERO DE HOJAS POR PLANTA.

4.3.1. Evolución del número de hojas por planta durante el ciclo del cultivo.

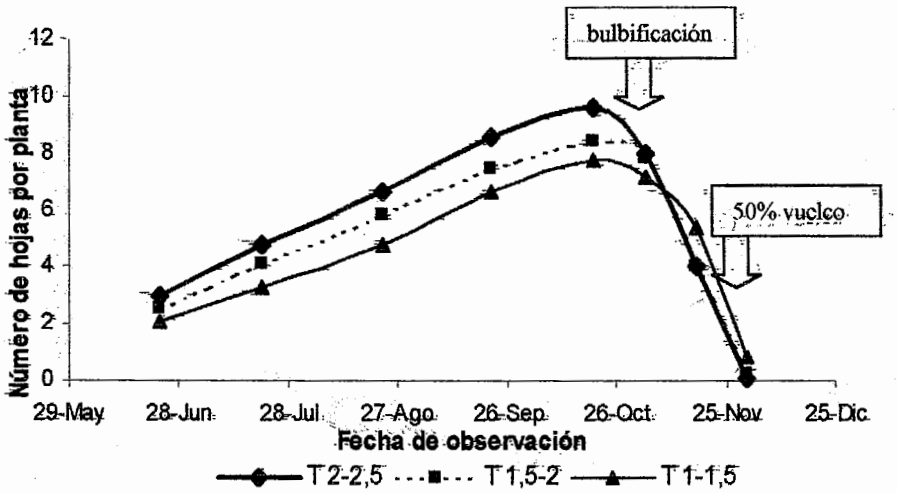
Se observó que hubo un aumento lineal del número de hojas por planta hasta llegar a un punto máximo ubicado cerca del inicio de la bulbificación, a partir del cual se produjo una rápida disminución del número de hojas (Figura 11).

Figura 11: Evolución del número de hojas por planta según época de siembra.



Un comportamiento similar se observó con respecto al tamaño del bulbillo. Las plantas con mayor número de hojas fueron las que provinieron de $T_{2\text{-}2,5}$, siguiendo las que derivaron de $T_{1,5\text{-}2}$ y $T_{1\text{-}1,5}$. La diferencia entre tamaños se mantuvo desde el principio por lo cual la diferencia se debió al número inicial de hojas diferenciadas en el bulbillo (Figura 12).

Figura 12: Evolución del número de hojas por planta según tamaño de bulbillo para la primer época de siembra.*



* Dada la similitud en comportamiento de los tres tamaños de bulbillo en las diferentes épocas de siembra, se eligió, con el fin de ilustrar dicho comportamiento la primer época.

4.3.2 Número de hojas por planta al inicio de la bulbificación.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ésta variable entre épocas de siembra y entre tamaño de bulbillo. No se detectó interacción entre época y tamaño. El mayor número de hojas al inicio de bulbificación lo alcanzó la primera época de siembra, y el menor número lo presentó la última época de siembra. La segunda época de siembra no difirió significativamente de ninguna de las otras épocas (Cuadro 17). Las plantas originadas por los dos tamaños mayores de bulbillos fueron las que tuvieron más hojas al momento de bulbificación, no existiendo diferencias significativas entre éstos tamaños (Cuadro 18).

Cuadro 17: Número de hojas por planta al inicio de la bulbificación según época de siembra.

Epoca de siembra	Número promedio de hojas
26/05/03	7.6 a
23/06/03	7.1 ab
21/07/03	6.8 b

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 5%. CV: 12,89%

Cuadro 18: Número de hojas por planta al inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Número de hojas
$T_{2\text{-}2,5}$	7.4 a
$T_{1,5\text{-}2}$	7.5 a
$T_{1\text{-}1,5}$	6.6 b

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 5%. CV: 12,89%.

4.4. ANÁLISIS DEL INDICE DE AREA FOLIAR (IAF).

4.4.1 Evolución del IAF durante el ciclo del cultivo.

El índice de área foliar está directamente relacionado con el número y peso de las hojas, es por esto que su evolución en el tiempo fue muy similar a estas variables. Tanto para la época de siembra (Figura 13), como para el tamaño de bulbillo (Figura 14) existió una etapa de crecimiento exponencial hasta llegar a un máximo próximo al inicio de la bulbificación, a partir del cual el IAF, disminuyó asociado a la pérdida de follaje. Existió un ataque importante de *Peronóspora destructor* a partir de fines del mes de agosto que causó perdidas en el área foliar.

Figura 13: Evolución del IAF según época de siembra.

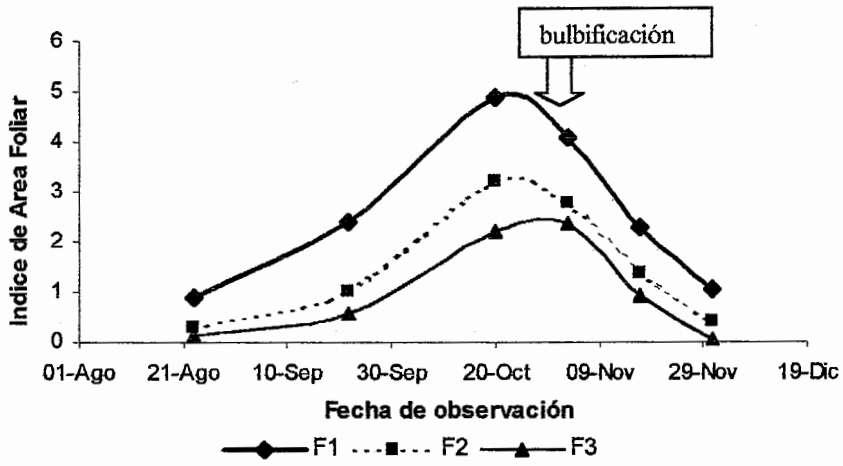
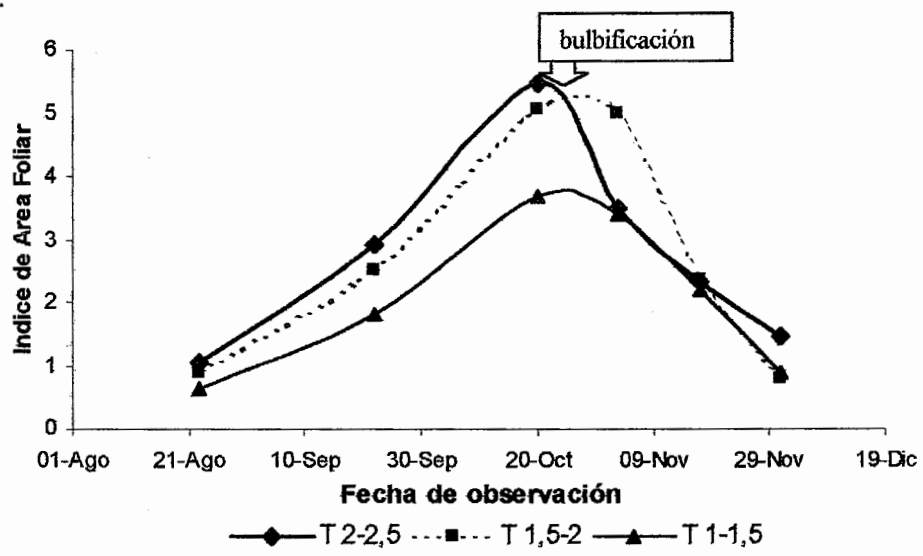


Figura 14: Evolución del IAF según tamaño de bulbillo para la primer época de siembra.*



* Dada la similitud en comportamiento de los tres tamaños de bulbillo en las diferentes épocas de siembra, se eligió, con el fin de ilustrar dicho comportamiento la primer época.

4.4.2. IAF al inicio de la bulbificación.

Se encontraron diferencias significativas entre épocas de siembra, entre los diferentes tamaños de bulbillos y para la interacción entre época y tamaño. Las tres épocas difirieron estadísticamente entre sí. La primer época de siembra fue la que alcanzó mayor IAF al momento de la bulbificación, siendo aproximadamente el doble en valor que la segunda época y siete veces más que la tercera (Cuadro 19).

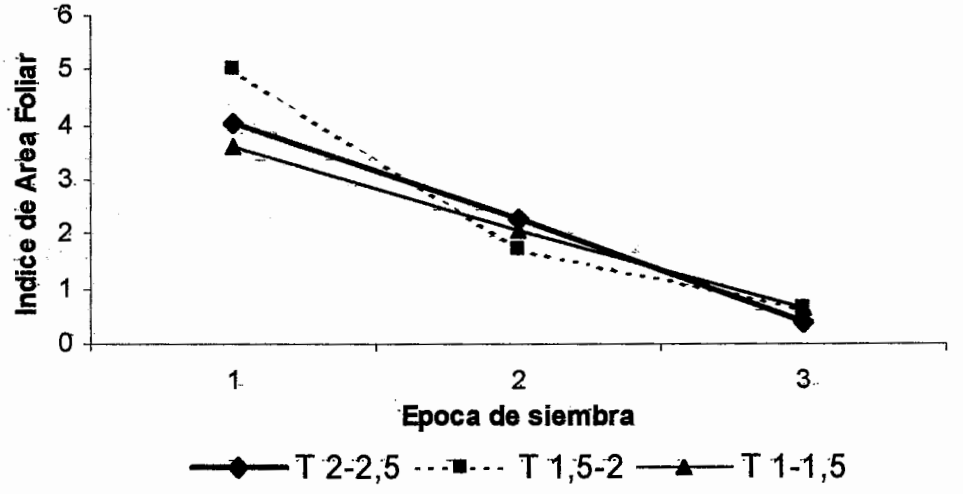
Cuadro 19: IAF al inicio de la bulbificación según época de siembra y tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	**Época de siembra** 26/05	23/06	21/07	**Promedio ***
$T_{2-2,5}$	3.9 b*	2.3 c*	0.4 d*	2.2 b
$T_{1,5-2}$	5.2 a*	1.7 c*	0.7 d*	2.5 a
$T_{1-1,5}$	3.6 b*	2.0 c*	0.6 d*	2.1 b
Promedio* **	4.2 a	2.0 b	0.6 c	

** * Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%.
* Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%.
CV: 21,43%

Analizando la interacción entre época y tamaño se observó que la diferencia en IAF entre los tamaños de bulbillo fue significativa solo en la primer época de siembra ya que a medida se atrasó el momento de siembra éstas diferencias se diluyeron (Figura 15).

Figura 15: IAF al inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo por época de siembra.



4.5. DIÁMETRO DE BULBO.

4.5.1 Evolución del diámetro de bulbo.

La curva de desarrollo del bulbo, medido a través del diámetro, tanto para la época de siembra como para tamaño de bulbillo, siguió la misma tendencia que la curva del peso seco del bulbo, ya que ambas variables están muy ligadas (Figuras Nº 16 y 17). Se observó una primer etapa de retracción del diámetro, que se corresponde con la pérdida de materia seca debido al consumo de las reservas por parte de la nueva planta que comienza a desarrollarse. Luego se observa un incremento exponencial del diámetro, hasta que ya próximo a la maduración dicho crecimiento en diámetro se enlenteció.

Figura 16: Evolución de diámetro de bulbo según época de siembra.

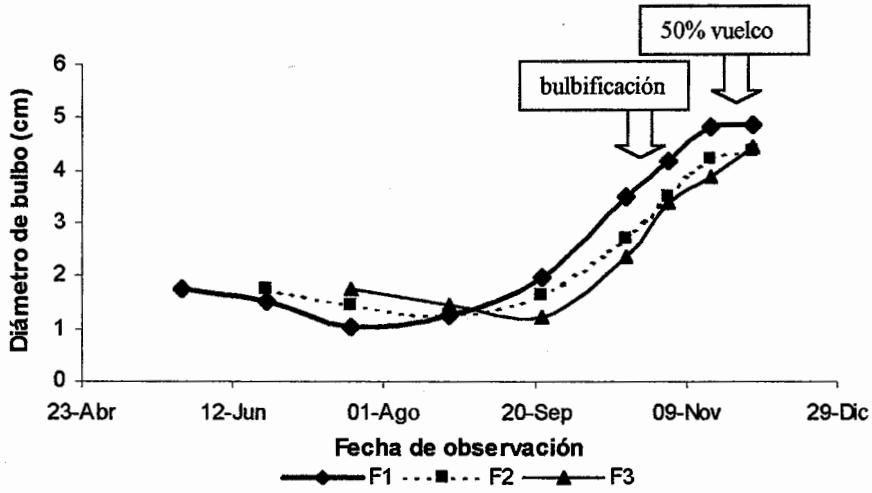
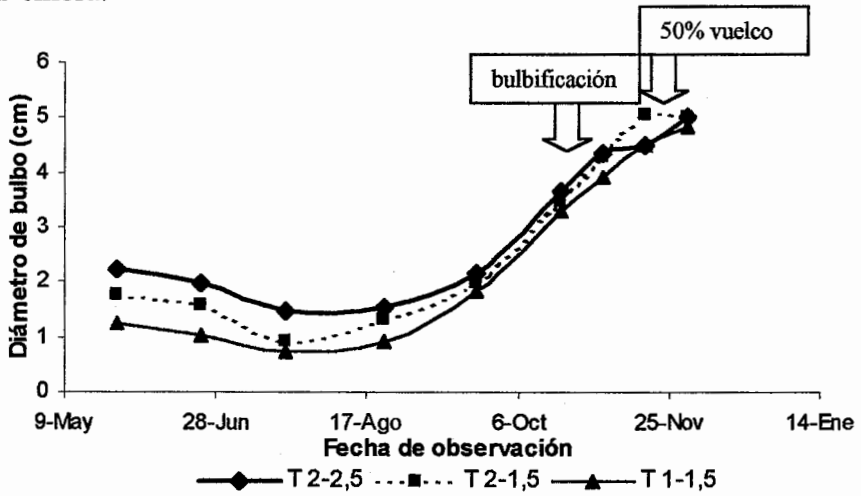


Figura 17: Evolución del diámetro de bulbo según tamaño de bulbillo para la primer época de siembra.*



* Dada la similitud en comportamiento de los tres tamaños de bulbillo en las diferentes épocas de siembra, se eligió, con el fin de ilustrar dicho comportamiento la primer época.

4.5.2 Diámetro del bulbo al inicio de la bulbificación.

Se observaron diferencias significativas entre épocas de siembra y entre tamaño de bulbillo, no así para la interacción de época por tamaño. La primer época de siembra fue la que alcanzó el mayor diámetro de bulbo al momento de la bulbificación, seguida por la segunda y tercer época, respectivamente (Cuadro 20).

Para tamaño de bulbillo, no se detectaron diferencias significativas entre $T_{2-2,5}$ y $T_{1,5-2}$. El tamaño $T_{1-1,5}$ fue significativamente inferior a los otros (Cuadro 21).

Cuadro 20: Diámetro de bulbo al inicio de la bulbificación según época de siembra.

Época de siembra	**Diámetro de bulbo (cm)**
26/05/03	3.9 a
23/06/03	3.1 b
21/07/03	2.8 c

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV: 8,32%

Cuadro 21: Diámetro de bulbo al inicio de la bulbificación según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	**Diámetro de bulbo (cm)**
$T_{2-2,5}$	3.4 a
$T_{1,5-2}$	3.3 a
$T_{1-1,5}$	3.1 b

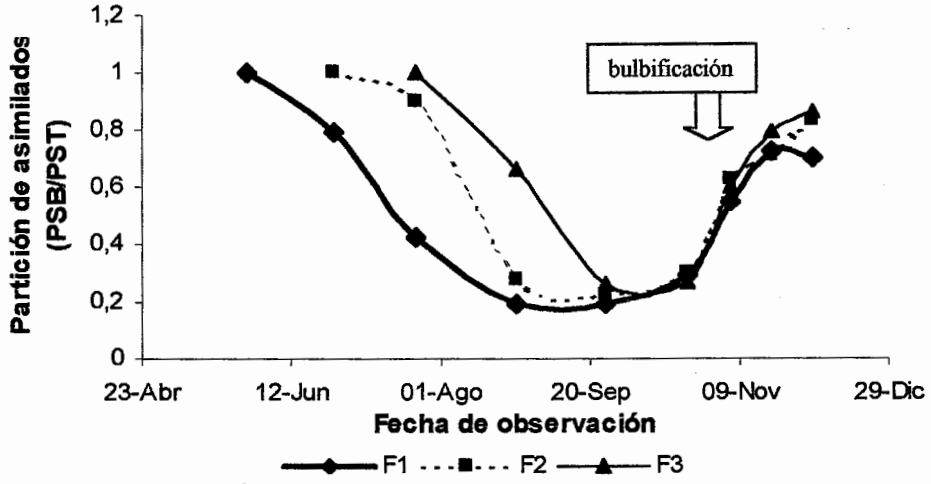
Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV: 8,32%

4.6 ANALISIS DE LA PARTICIÓN DE ASIMILADOS HACIA EL BULBO.

4.6.1 Evolución de la partición de asimilados hacia el bulbo.

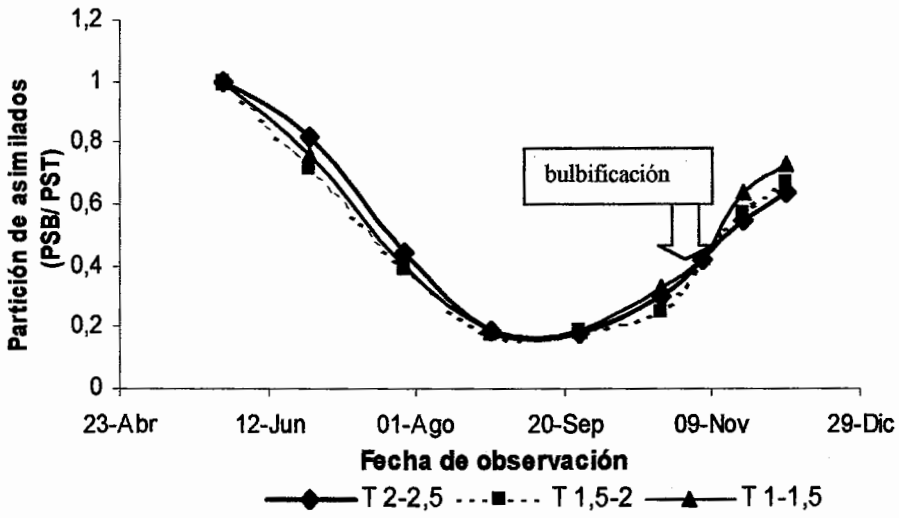
Tanto para época de siembra como para tamaño de bulbillo, se observó un descenso de éste índice, debido a la utilización que hace la planta en sus etapas iniciales de los asimilados del bulbillo. A partir de la bulbificación, hubo una translocación de asimilados desde las hojas hacia el bulbo, que funciona como órgano reservante. Esto hizo que la relación entre el peso seco del bulbo y el peso seco total fuera en aumento a medida que se acercaba la cosecha. Aunque no se realizó un análisis estadístico, se observó que durante la bulbificación, las plantas más grandes destinaron menor porcentaje de asimilados al bulbo respecto a las de menor tamaño (Figura 18).

Figura 18: Evolución del índice de partición de asimilados según época de siembra



Respecto al tamaño de bulbillo, se observó un descenso del índice de asimilados previo al comienzo de la bulbificación. Durante la bulbificación (aunque estos valores no se analizaron estadísticamente), al igual que ocurrió para la época de siembra, se observó la tendencia de que las plantas de mayor tamaño, tuvieron un menor índice de partición de asimilados hacia el bulbo (Figura 19).

Figura 19: Evolución del índice de partición de asimilados según tamaño de bulbillo para la primer época de siembra.*



* Dada la similitud en comportamiento de los tres tamaños de bulbillo en las diferentes épocas de siembra, se eligió, con el fin de ilustrar dicho comportamiento la primer época.

Además se costató que los valores del índice de partición de asimilados al momento de la cosecha, tanto para época de siembra como para tamaño de bulbillo, se situaron dentro del rango de 0.7 y 0.9.

4.7 PORCENTAJE DE PLANTAS FLORECIDAS.

Fueron observadas diferencias estadísticamente significativas entre épocas de siembra y entre tamaños de bulbillo, no así para la interacción entre época y tamaño. En la primer época de siembra se registró un altísimo porcentaje de floración prematura, difiriendo estadísticamente con las demás épocas, donde fue menor (Cuadro 22). La segunda y tercera épocas no se diferenciaron estadísticamente entre sí.

Cuadro 22: Porcentaje de plantas florecidas al momento de la cosecha según época de siembra y tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	**Época de siembra**			**Promedio ***
	26/05/03	23/06/03	21/07/03	
$T_{2-2,5}$	79.0	41.0	36.0	52.0 a
$T_{1,5-2}$	60.0	12.0	9.0	27.0 b
$T_{1-1,5}$	43.0	6.0	4.0	17.7 c
Promedio***	60.7 a	19.7 b	16.3 b	

***Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%.
* Medias seguidas de iguales letras no difieren al 5%
CV: 30,38%

En lo que refiere al tamaño de bulbillo, los tres tamaños difirieron estadísticamente entre sí. El mayor porcentaje de floración se presentó en $T_{2-2,5}$, seguido por $T_{1,5-2}$ y $T_{1-1,5}$ respectivamente.

A medida que se atrasó la época de siembra y disminuyó el tamaño del bulbillo, la incidencia de floración disminuyó, pasando de 79% para el tratamiento de $T_{2-2,5}$ en la primer época de siembra, a un valor de 4% para $T_{1-1,5}$ en la tercer época (Cuadro 22).

4.8 PORCENTAJE DE BULBOS DIVIDIDOS.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ésta variable entre los distintos tamaños de bulbillo y para la interacción entre época de siembra y tamaño. No hubo diferencias significativas entre las tres épocas de siembra. El mayor porcentaje de bulbos divididos se obtuvo con $T_{2-2,5}$, seguido por los otros dos tamaños que no difirieron significativamente entre si (Cuadro 23).

Cuadro 23: Porcentaje de bulbos divididos al momento de cosecha según época y tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Época de siembra			Promedio ***
	26/05/03	23/06/03	21/07/03	
$T_{2-2,5}$	8.0 a *	4.0 b*	5.0 ab*	5.0 a
$T_{1,5-2}$	1.0 bc*	2.0 bc*	0.0 c*	1.7 b
$T_{1-1,5}$	0.0 c*	0.0 c*	0.0 c*	0.0 b
Promedio *	3.0 a	2.0 a	1.7 a	

** *Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%.
*Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%.
CV: 43,08%

La interacción entre éstos dos factores se muestra que la época de siembra tuvo efecto sobre $T_{2-2,5}$ y $T_{1,5-2}$, no así sobre $T_{1-1,5}$ que presentó nulo porcentaje de bulbos divididos para todas las épocas de plantación (Cuadro 23).

4.9 EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO.

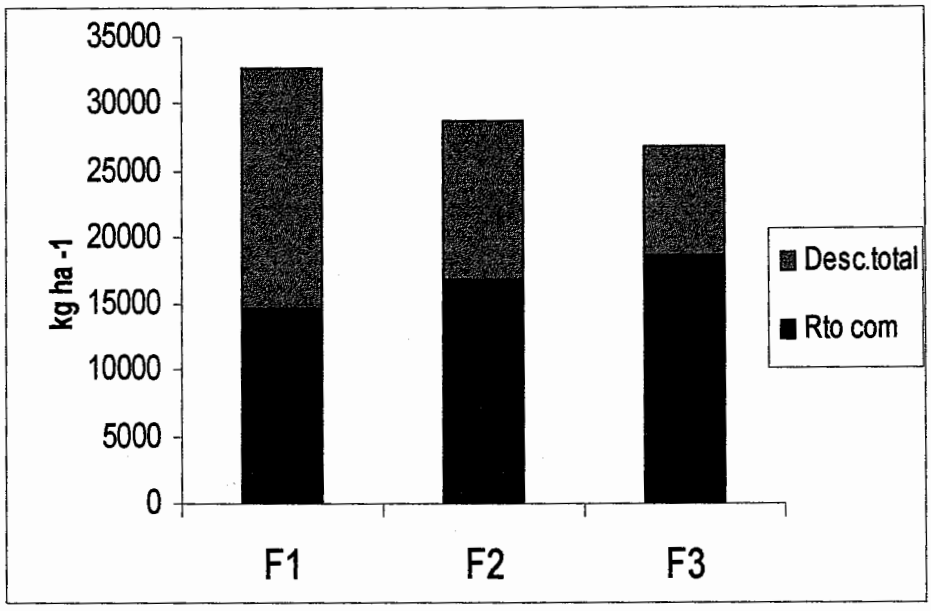
Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para época de siembra y para el tamaño de bulbillo en rendimiento comercial, no así para la interacción entre ambos factores. Sólo existieron diferencias significativas entre la primer y tercer épocas, no constatándose significancia entre la primer y segunda épocas o entre la segunda y tercer épocas de siembra (Cuadro 24). A medida que se atrasó la fecha de siembra, el rendimiento total disminuyó pero hubo un aumento del rendimiento comercial porque disminuyeron los kilos descartados (Figura 20).

Cuadro 24: Rendimiento comercial en kg ha^{-1} según época de siembra y tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Época de siembra			Promedio
	26/05/03	23/06/03	21/07/03	
$T_{2-2,5}$	9.518	14.161	15.214	12.964 c
$T_{1,5-2}$	16.636	21.343	23.964	20.646 a
$T_{1-1,5}$	18.018	14.750	16.839	16.536 b
Promedio	14.724 b	16.751 ab	18.673 a	

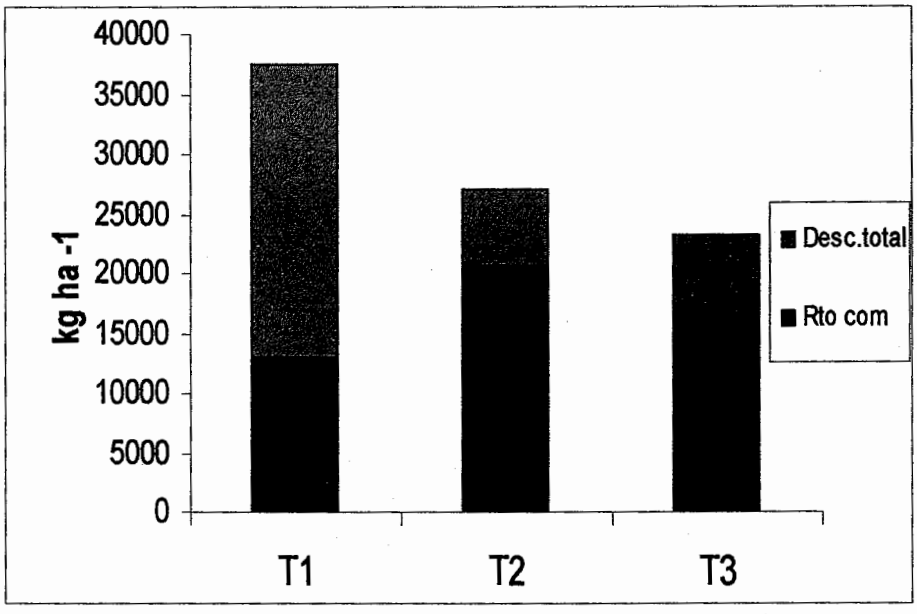
Medias seguidas de iguales letras no difieren al 5%. CV: 24,43%

Figura 20: Rendimiento comercial y descarte total en kg ha $^{-1}$según época de siembra.



En cuanto al tamaño de bulbillo, se observó que todos los tamaños difirieron significativamente entre ellos. T $_{1,5-2}$ fue el que obtuvo mayor rendimiento comercial, seguido por T $_{1-1,5}$ y T $_{2-2,5}$ respectivamente (Cuadro 24). Si bien T $_{2-2,5}$ logró un mayor rendimiento total en kilos por hectárea, tuvo un muy alto porcentaje de descarte respecto a los demás tamaños (Figura 21).

Figura 21: Rendimiento comercial y descarte total en kg ha^{-1} según tamaño de bulbillo.



No hubo diferencias estadísticamente significativas entre épocas de siembra en lo que respecta a la categoría de bulbos mayores a 5 cm de diámetro, mientras que para los bulbos de entre 4 y 5 cm sólo se encontraron diferencias significativas entre la primer y segunda épocas y entre la primer y tercer épocas de siembra, no así entre la segunda y tercer épocas (Cuadro 25) que tuvieron menor rendimiento respecto a la primera.

Cuadro 25: Rendimiento comercial en kg ha $^{-1}$por categorías de bulbo según época de siembra.

Epoca de siembra	Bulbos > 5 cm	Bulbos entre 4 y 5 cm
26/05/03	13.492 a*	1.232 b***
23/06/03	12.031 a*	4.720 a***
21/07/03	12.536 a*	6.135 a***

***Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1 %. CV: 70,99%
*Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10 %.CV: 44,23%

Respecto al tamaño de bulbillo $T_{1,5-2}$ fue el de mayor rendimiento en bulbos con mas de 5 cm de diámetro, difiriendo estadísticamente con el resto de los tamaños que tuvieron un menor rendimiento en lo que respecta a ésta categoría de bulbos, no diferenciándose estadísticamente entre sí (Cuadro 26). Para los bulbos cuyo diámetro se situó entre 4 y 5 cm, no hubieron diferencias significativas entre $T_{1,5-2}$ y $T_{2-2,5}$, tampoco entre $T_{1,5-2}$ y $T_{1-1,5}$, si entre $T_{2-2,5}$ y $T_{1-1,5}$ (Cuadro 26), observándose que a medida que disminuyó el tamaño de los bulbillos sembrados, hubo un aumento de los kilos cosechados de ésta categoría (Figura 23).

Cuadro 26: Rendimiento comercial en kg ha $^{-1}$por categorías de bulbo según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	Bulbos > 5 cm	Bulbos entre 4 y 5 cm
$T_{2-2,5}$	10.292 b	2.673 b
$T_{1,5-2}$	16.386 a	4.262 ab
$T_{1-1,5}$	11.381 b	5.155 a

Medias seguidas de iguales letras no difieren al 5%. CV bulbos>5cm: 44,23%
CV bulbos entre 4-5cm: 70,99%

En cuanto al descarte total (formado por bulbos <4 cm de diámetro, bulbos florecidos y con malformaciones o pudrición), se encontraron diferencias significativas entre épocas de siembra y entre tamaños de bulbillos, no así para la interacción entre época y tamaño. La primer época de siembra fue la que tuvo mayor descarte, causado principalmente por la floración prematura, difiriendo estadísticamente con las demás épocas, que tuvieron menores descartes y no se diferenciaron estadísticamente entre sí (Cuadro 27 y Figura 22).

Cuadro 27: Descarte según categoría de bulbo en kg ha^{-1} según época de siembra.

Epoca de siembra	< 4 cm de diámetro	Floración prematura	otros	Descarte total
26/05/03	667 b***	16.589 a***	554 a*	17.810 a*
23/06/03	3.319 a***	78.69 b***	685 a *	11.873 b*
21/07/03	2.688 a***	4.571 b***	694 a*	7.953 b*

***Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV bulbos<4cm: 62,18; CV floración: 75,44%
*Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV descarte total: 62,22%

Para el descarte total no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre $T_{1-1,5}$ y $T_{1,5-2}$, que presentaron menores descartes respecto a $T_{2-2,5}$, que sí tuvo diferencias significativas con el resto de los tamaños (Cuadro 28 y Figura 23).

Cuadro 28: Descarte por categorías en kg ha^{-1} según tamaño de bulbillo.

Tamaño de bulbillo (cm)	<4 cm de diámetro	Floración prematura	Otros	Descarte total
$T_{2-2,5}$	1260 b ***	22065 a***	1113 a*	24438 a ***
$T_{1,5-2}$	1708 b ***	4274 b***	443 b*	6425 b ***
$T_{1-1,5}$	3706 a ***	2690 b***	346 b*	6742 b ***

***Medias seguidas de iguales letras no difieren al 1%. CV bulbos< 4cm: 62,18; CV floración:75,44%
*Medias seguidas de iguales letras no difieren al 10%. CV descarte total: 62,22%

Figura 22: Rendimiento por categorías de bulbo en kg ha^{-1} según época de siembra

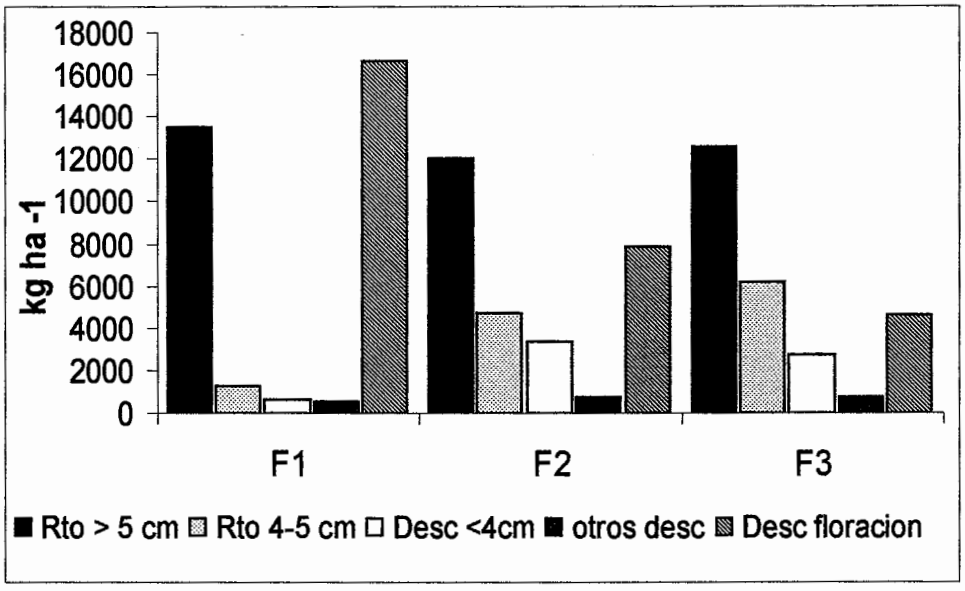
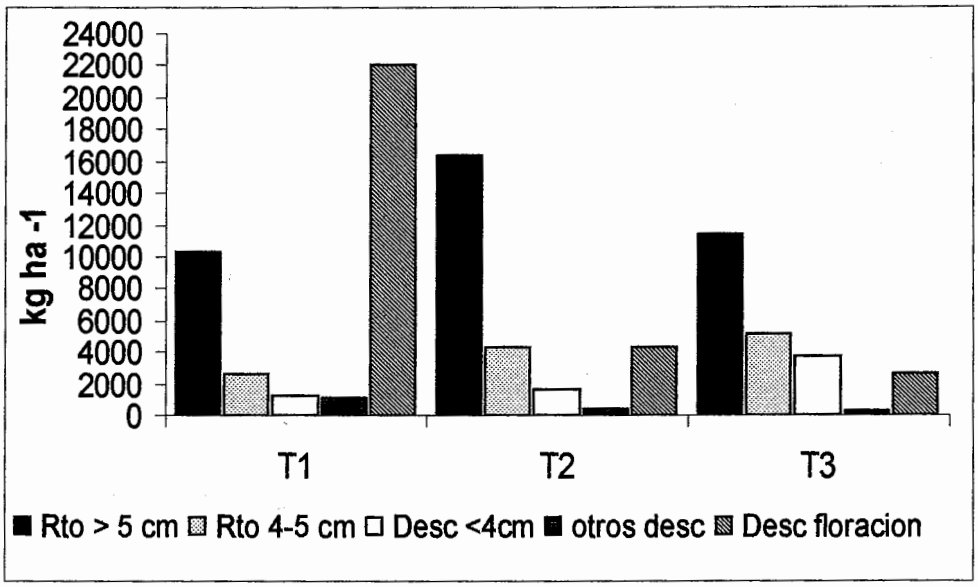


Figura 23. Rendimiento por categorías de bulbo en kg ha^{-1} según tamaño de bulbillo.



5. DISCUSION

A diferencia de lo observado por Compiani y D`Acunti (1994), y Nieves y Ruiz (1995), para los cultivares Texas Early Grano 502 y Valenciana Sintética 14 respectivamente, también cultivadas mediante el método de bulbillos, en nuestro trabajo la primer época fue la que presentó menor número de días al 50% de la emergencia. Para éstos autores la explicación radica en que a medida que aumenta el período de almacenaje de los bulbillos (se atrasa la época de siembra), éstos tardan menos en emerger debido a que el proceso de brotación estaría mas avanzado previo a la plantación. Sin embargo al considerar las épocas de siembra de éstos ensayos (junio, julio, agosto y setiembre) y las del nuestro, la explicación podría estar dada por el efecto de la temperatura ambiental más cálida de la primer época de siembra respecto a la segunda y la tercera época en nuestro ensayo, en comparación a las temperaturas más cálidas de las últimas épocas de siembra en los anteriores experimentos.

A medida que se atrasó la fecha de siembra de los bulbillos, el ciclo se acortó debido a la mayor cercanía en el tiempo de la última época de siembra con los factores desencadenantes de la bulbificación. Por otro lado las tres épocas de siembra volcaron casi en la misma fecha (Cuadro 7 y Figura 3). Esto coincide con lo citado por Izquierdo et al., (1981), donde si bien plantaciones más tempranas dan una más rápida maduración, los intervalos entre cosechas correspondientes a siembras sucesivas son menores que los intervalos entre dichos momentos de siembra. Esto es debido a que la inducción para la bulbificación y la maduración del bulbo dependen fundamentalmente del fotoperíodo y la temperatura, lo cual lleva a que las diferencias entre épocas en tiempo al 50% de vuelco no fuera significativa.

Jones y Mann (1963); Brewster y Rabinowicht (1990); Compiani y D`Acunti (1994) y Nieves y Ruiz (1995), encontraron que las plantas de mayor tamaño comienzan a mostrar indicios de bulbificación primero que plantas más chicas. En nuestro trabajo, por el contrario, encontramos que las plantas provenientes de épocas de siembra más tardías y /o bulbillos más pequeños, comenzaron a bulbificar antes que los de épocas más tempranas y /o bulbillos de tamaños intermedio y grande. Esto podría explicarse por el método de determinación del momento de inicio de la bulbificación asociado al mayor porcentaje de floración de las plantas más grandes y siembras más tempranas. Al muestrear las 5 plantas por parcela para la determinación del índice de bulbificación, cercano al inicio de la misma, no era posible distinguir visualmente aquellas plantas que ya estaban inducidas a florecer y no a bulbificar, por lo tanto en las primeras mediciones del índice de bulbificación promedio por parcela, en el caso de bulbillos grandes y épocas tempranas, se estaban incluyendo un porcentaje alto de plantas que estaban en proceso de desarrollar el escapo floral.
En nuestro trabajo observamos que las plantas derivadas de bulbillos de mayor tamaño tuvieron un ciclo más corto. Esto coincide con lo referido por D`Acunti y Compiani en 1994, donde los bulbillos de mayor diámetro empezaron a volcar primero.

Arias y Peluffo (2001), observaron para la variedad Pantanoso del Sauce-CRS cultivada bajo la modalidad de almácigo y transplante, que la bulbificación duró entre 44 y 46 días en comparación a los 28 días que duró en promedio para las tres época de siembra de bulbillos en nuestro experimento. Esto indica que el sistema de siembra de bulbillos acorta el período entre el inicio de la bulbificación y la cosecha, lo cual permitiría una cosecha precoz. Pero debido al menor tiempo que tiene el bulbo para su crecimiento, el potencial de rendimiento de cultivos propagados por bulbillos sería menor que el de cultivos trasplantados.

Si bien el número de hojas al inicio de la bulbificación no fue muy diferente entre las distintas épocas de siembra, sí hubo diferencias en lo referente al tamaño y peso de las mismas, lo que se vio reflejado en el IAF, que fue menor en la medida que se atrasó la plantación. Al analizarse la evolución del número de hojas por planta, la tasa de aparición de hojas representada por la pendiente de las curvas de número de hojas por planta en función del tiempo para distintos tamaños de bulbillos, son similares entre los tres tamaños de bulbillos plantados como entre las tres épocas de siembra. Aunque no se realizó un estudio estadístico que comprobase estas similitudes, la observación concuerda con lo encontrado por Brewster (1990) donde la tasa de aparición de hojas depende fundamentalmente de la temperatura y no del tamaño inicial de la planta.

Si bien en algunos casos las diferencias estadísticas no fueron significativas, en nuestro trabajo observamos la tendencia de que al disminuir el tamaño del bulbillo sembrado, las plantas resultantes fueron más chicas al inicio de la bulbificación, como resultado de una mayor tasa de crecimiento inicial de los bulbillos grandes debido a una mayor cantidad de reservas.

En nuestro ensayo, debido principalmente a un problema fitosanitario causado por peronóspora (*Peronóspora destructor*), se observó un fuerte descenso del número y peso seco de las hojas y por lo tanto del IAF (Figuras N° 11, 12, 13 y 14), lo que provocó la disminución del peso total de la planta hacia el final del ciclo del cultivo..

Al comparar la evolución conjunta de las tres épocas de siembra, (aunque no se comprobó estadísticamente), se observó la tendencia de que la curva de la primer época de siembra tiene valores siempre mayores, con respecto a las otras dos épocas, principalmente en lo que refiere a peso seco total, peso seco del bulbo, peso seco de hojas, IAF y AFP y peso seco del falso tallo, lo que muestra que el tamaño de éstas plantas fue superior. Para el caso de los diferentes tamaños de bulbillos se observó una situación similar, existiendo generalmente una superioridad de $T_{2\text{-}2,5}$ sobre $T_{1,5\text{-}2}$ y éste sobre $T_{1\text{-}1,5}$,.

El índice de cosecha en nuestro trabajo alcanzó valores de entre 0,7 y 0,85. Según Brewster (1990), la planta de cebolla, comparada con otros cultivos, es pobre en interceptar la luz debido a su arquitectura foliar, regular en convertir ésta radiación en materia seca y buena en la partición de ésta materia seca a la porción cosechable, alcanzando índices de cosecha de 70 a 80 %. El índice de partición de asimilados hacia el bulbo luego del comienzo de la bulbificación fue mayor en la medida que se

atrasó la época de siembra y disminuyó el tamaño del bulbillo, lo que hace pensar que plantas más chicas derivan una proporción mayor de asimilados al bulbo en comparación con las plantas de mayor tamaño.

Aunque aún no están confirmadas las causas de la presencia de bulbos divididos en éste cultivo, algunos autores han constatado que hay algunas variedades que tienen mayor tendencia a producirlos. Por su parte Brewster y Rabinowitch (1990) indican que el tamaño de la planta es un factor influyente y que el uso de bulbillos cuyo diámetro fuese mayor a 20mm, así como fechas tempranas de siembra, puede aumentar la producción de bulbos divididos. Los resultados de nuestro trabajo indican que para la variedad Pantanoso del Sauce-CRS, no parece haber efecto de la época de siembra sobre el porcentaje de bulbos divididos al momento de la cosecha. Sí hubo un efecto del tamaño del bulbillo sembrado, ya que para el tamaño grande plantado en la primer época, el porcentaje de plantas presentando bulbos divididos fue de 8%, difiriendo significativamente con el resto de los tamaños que tuvieron menor incidencia de éste fenómeno. Estos resultados indicarían que para ésta variedad la incidencia de bulbos divididos no sería un problema grave. Por su parte D`Acunti y Compiani (1994) trabajando con la variedad Texas Early Grano 502, tampoco constataron incidencia de la época de siembra, sí del tamaño del bulbillo sobre el porcentaje de bulbos divididos. Sin embargo, la interacción significativa obtenida en nuestro trabajo entre época y tamaño sobre la presencia de bulbos divididos muestra que la época afectó al tamaño grande de bulbillo, no así al tamaño más chico.

La floración prematura fue la principal causa de descarte para todos los tratamientos. Cuanto más temprana fue la siembra o más grande fue el bulbillo plantado, el porcentaje de floración prematura aumentó, llegando a un valor máximo de 79% para el tamaño más grande de bulbillo plantado en la primer época (Cuadro 22). Resultados similares fueron obtenidos en trabajos anteriores para otras variedades de cebolla aquí en Uruguay (D'Acunti y Compiani, 1994; Nieves y Ruiz, 1995) La causa de este problema, que trae aparejado una disminución en el rendimiento, es que tanto épocas tempranas de siembra como bulbillos grandes, dan lugar a plantas de mayor tamaño y por tanto receptivas a las bajas temperaturas inductoras de la floración que se dan durante el invierno. Según Heath (1943), siembras tardías de bulbillos reducen la floración prematura. Yamahita et al., (1986), citado por Farrag y Koriem (1996), encontró que la incidencia de floración es mucho mayor en bulbillos mayores a 2 cm de diámetro, en comparación con bulbillos de menor calibre. Esto coincide con lo observado en nuestro experimento dónde los bulbillos de mayor tamaño (2-2,5 cm) tuvieron en promedio 52% de plantas florecidas en comparación con 27% y 17% de los tamaños mediano y chico respectivamente.

La última fecha de siembra fue la que alcanzó mayor rendimiento comercial, debido a que tuvo el menor descarte por floración prematura, mientras que la primer época fue la que dio el menor rendimiento comercial, siendo los kilos descartados por floración mayores que los kilos comercializables (Figura 20). Según Izquierdo et al., (1981), para un alto rendimiento es importante un buen crecimiento vegetativo previo a la entrada en bulbificación, ya que a partir de ese momento la planta no

produce más hojas. El gran porte de las plantas logrado en la primer época de siembra hizo que el tamaño de planta no fuera un problema para el crecimiento, sí en cambio favoreció la acumulación de frío que resultó en un alto porcentaje de floración.

La segunda época, aunque no difirió estadísticamente de la última época de siembra respecto al rendimiento comercial, sí lo hizo en términos agronómicos ya que rindió 2.000 kilos menos en bulbos comerciales y tuvo 58% más de floración.

El tamaño de bulbillo $T_{1,5-2}$ fue de mayor rendimiento comercial, esto se debió al mayor rendimiento de bulbos mayores a 5 cm de diámetro que el tamaño $T_{1-1,5}$ (ya que no presentó diferencias significativas con los otros dos tamaños en lo que refiere a la categoría comercial de bulbos entre 4 y 5 cm de diámetro) y al menor descarte por floración prematura que el tamaño $T_{2-2,5}$. El tamaño menor de bulbillos tuvo su mejor comportamiento en cuanto a rendimiento comercial en la primer época de siembra, mientras que los tamaños más grandes se comportaron mejor en la última época de siembra (Figuras Nº 21 y 23). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Nieves y Ruiz, (1995) para el cultivar Valenciana Sintética 14, donde bulbillos de entre 1,5 y 2,0 cm de diámetro alcanzaron el mayor rendimiento comercial porque produjeron mas kilos en bulbos grandes que bulbillos de menor calibre y tuvieron menos descartes por floración que bulbillos mas grandes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en nuestro trabajo, no es recomendable la utilización de bulbillos mayores a 20 mm para instalar cultivos de la variedad Pantanoso del Sauce CRS por su alto porcentaje de floración prematura en cualquiera de las épocas de siembra. Si podrían utilizarse con éxito bulbillos entre 10 y 15 mm de diámetro sembrados a partir de mediados del mes de junio y bulbillos entre 15 y 20 mm de diámetro sembrados a partir de inicios del mes de julio.

6. CONCLUSIONES

A medida que se atrasó la época de siembra, aumentó el número de días al 50 % de emergencia.

El tamaño de bulbillo no afectó el número de días a 50% de plantas emergidas.

Al adelantarse la época de siembra y aumentar el tamaño de los bulbillos, el inicio de la bulbificación se vio atrasado. A causa del alto porcentaje de floración que presentaron las plantas de mayor tamaño, la metodología usada para detectar la entrada a bulbificación ($D/d \geq 2$) no parece ser la más adecuada para indicar el inicio de la bulbificación en plantas provenientes de bulbillos.

Al atrasarse la época de siembra, el ciclo del cultivo se acortó y hubo diferencias importantes entre épocas en el momento de observarse el 50 % de plantas volcadas.

El tamaño del bulbillo afectó estadísticamente el largo de ciclo del cultivo. Las plantas provenientes de los tamaños $T_{2-2,5}$ y $T_{1,5-2}$ se adelantaron tres y cuatro días respectivamente en alcanzar el 50 % de vuelco, respecto a $T_{1-1,5}$.
Tanto para las diferentes épocas de plantación manejadas como para los diferentes tamaños de bulbillos, el ciclo del cultivo tuvo una duración menor en comparación con lo que dura el ciclo en el sistema de almácigo y transplante aquí en Uruguay.

Al aumentar el tamaño de los bulbillos sembrados aumentó el porcentaje de bulbos divididos, que alcanzó un valor máximo de 8% para el tratamiento $T_{2-2,5}$ plantado en la primer época. Esto indica que para la variedad Pantanoso del Sauce-CRS la ocurrencia de bulbos divididos no es un problema importante para su cultivo a partir de éstos tamaños de bulbillo.

Tanto la época de siembra como el tamaño de los bulbillos sembrados afectaron notoriamente la incidencia de floración y el rendimiento comercial. El mayor rendimiento comercial fue obtenido para en el tratamiento $T_{1,5-2}$ plantado en la tercer época de siembra.

Los resultados obtenidos llevan a concluir que para Pantanoso del Sauce-CRS no es aconsejable sembrar bulbillos de más de 2 cm de diámetro, ni hacerlo en fechas anteriores a mediados de junio.

7. SUMARIO

Actualmente en Uruguay se usan dos métodos de implantación del cultivo de cebolla, a través de almácigo y transplante y mediante siembra directa. A nivel mundial se utiliza una tercer forma de instalar el cultivo que es a través de bulbillos. Pantanoso del Sauce-CRS, es un cultivar de ciclo intermedio que tiene muy buenas características para la conservación postcosecha. Fue desarrollado por la Unidad de Horticultura del CRS, perteneciente a la Facultad de Agronomía y comenzó a difundirse a partir del año 2001, ocupando 500 hectáreas de cultivo en el año 2004. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres épocas de siembra (26 de Mayo, 23 de Junio y 21 de Julio) y tres tamaños de bulbillos "sets" (2-2,5 cm, 1,5-2 cm y 1-1,5 cm de diámetro ecuatorial), sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de los bulbos comerciales de ésta variedad, en condiciones no limitantes de agua y nutrientes. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas con cuatro repeticiones en bloques al azar mediante un arreglo factorial de 3 en 3, donde la parcela grande fue determinada por la época de siembra y las subparcelas por el tamaño de bulbillo. Los bulbillos utilizados fueron producidos en la primavera de 2002 mediante una siembra de alta densidad.A medida que se atrasó la época de siembra, aumentó el número de días al 50 % de emergencia, mientras que el tamaño de bulbillo no afectó dicha variable. Al adelantarse la época de siembra y aumentar el tamaño de los bulbillos, índice de bulbificación se adelantó. Esto pudo deberse a la metodología utilizada para detectar dicho índice. Al atrasarse la época de siembra, el ciclo del cultivo se acortó, mientras que la duración del mismo no estuvo afectado en gran medida por el tamaño del bulbillo. Al aumentar el tamaño del bulbillo, aumentó el porcentaje de bulbos divididos, que alcanzó un valor máximo de 8% en el tratamiento $T_{2\text{-}2,5}$ en la primer época de siembra, lo cual indicaría que para ésta variedad, la presencia de bulbos divididos no es una limitante para su cultivo a partir de bulbillos. La floración prematura por su parte fue la principal causa de descartes comerciales y se vio notoriamente afectada por la época de siembra y por el tamaño de bulbillo. El mayor rendimiento comercial fue obtenido en el tratamiento $T_{1,5\text{-}2}$ para la última época de siembra. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que para el cultivar Pantanoso del Sauce-CRS, no sería adecuado el uso de bulbillos cuyo diámetro supere los 2 cm, ni plantar en fechas anteriores al 23 de Junio.

8. BIBLIOGRAFÍA

ALDABE, L. 2000. Producción de hortalizas en el Uruguay. Ed Epsilon. Montevideo, Uruguay.269p.

ARIAS, A; PELUFFO, S. 2001. Crecimiento y rendimiento de tres cultivares de cebolla (Allium cepa L.) de diferente ciclo en diferentes localidades y fechas de siembra. Tesis de Ing.Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 80p.

BREWSTER, J.L; RABINOWICHT, H.D. 1990. Onions and allied crops. Vol 1. CRC press Florida. EE.UU.273p.

BREWSTER, J.L; RABINOWICHT, H.D. 1990 Onions and allieds crops. Vol 2. CRC press. Florida. EEUU. 320p.

BREWSTER, J.L. 1994. Onions and their vegetable alliums. Wallingford. 235p.

COMPIANI, L.A; D`ACUNTI, M.A. 1994. Influencia de la época de siembra de bulbillos, tamaño de bulbillos y cultivar en el rendimiento y calidad de bulbos de cebolla (*Allium cepa L.*). Tesis de Ing.Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 64p.

FARRAG, M.M. 1995. Influence of planting method and plant density on growth, yield and bulb quality of onion grown from sets. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 26 (1): 73-83.

FARRAG, M.M; KORIEM, S.O. 1996. Influence of cultivars age and size of sets on yield and quality of onion bulbs. Assiut Journal of Agricultural Sciences. 27 (1): 107-117.

GALVAN, G et al., 2004. Características de Pantanoso del Sauce-CRS, cultivar de reciente liberación. In El cultivo de cebolla en la región sur. Canelones, Uruguay. 2004. Universidad de la República (Uruguay) Facultad de Agronomía. 47p.

HEATH, O.V. 1943. Parte1. Studies in the phisiology of the onion plant. Ann.App. Biology 30 (3): 208-220.

IZQUIERDO, J.A; MAESO, C.R; VILLAMIL, J. 1981. Efecto de las fechas de almácigo y transplante sobre la producción de cebollas valencianas. Investigaciones Agronómicas. 2(1): 34-37.

JONES, H; MANN, L. 1963. Onions and their Allies. Intercience. N York. 286 p.

MADISA, M.E. 1994.The effect of planting date, set size, and spacing on the yield of onion (*Allium Cepa L.*) in Botswana. Acta Horticulturae. 358: 353-357.

MAESO, C.R. 1980. Efecto de fechas de siembra en cultivares de cebolla para bulbo.

Investigaciones Agronómicas. 1 (1): 65-71.

NIEVES, D; RUIZ, A. 1995. Influencia de la época de siembra, tamaño y posición de los bulbillos en el rendimiento y calidad de los bulbos de cebolla (*Allium cepa L.*). Tesis de Ing.Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 81p.

REIS FILGUEIRA, F. 1972. Manual de olericultura; Cultura e comercializaçâo de hortaliças. Ceres LTDA. S.Paulo, Brasil.51 p.