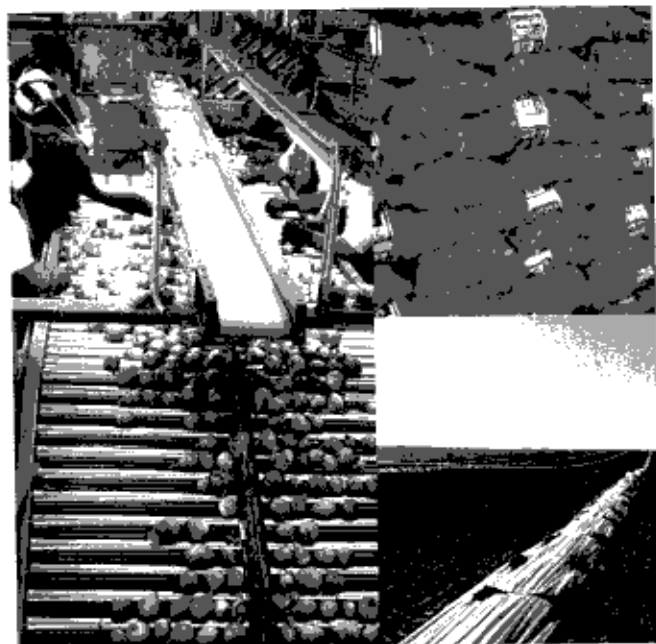


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE CENTRO REGIONAL ZONA ATLANTICA



Tesis para acceder al título de Licenciada en Gestión de Empresas
Agropecuarias

**Aspectos intrínsecos que afectan la vida útil de los bulbos de
cebolla (*Allium cepa* L.) durante el período de post-cosecha, en
el Valle Inferior de Río Negro, Argentina.**

Autor: Tec. Sup. Agustina Saldias Kloster

Directora: Lic. Gabriela Aschkar

Co-Directora: Lic. Amelia Chorolque

Viedma, Marzo 2019



Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

Índice

Agradecimientos	.....	1
Resumen	.....	2
Introducción	.....	3
Hipótesis principal	.....	9
Hipótesis secundaria	.....	9
Objetivo General	.....	9
Objetivos específicos	.....	10
Materiales y métodos	.....	10
Resultados y discusión	.....	17
Análisis del peso de los bulbos	.....	20
Análisis del peso inicial de los bulbos	.....	20
Análisis del peso final de los bulbos.	.....	23
Análisis de la firmeza de los bulbos	.....	27
Análisis de la firmeza inicial de los bulbos	.....	27



Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

Análisis de la firmeza final de los bulbos	33
Análisis del largo del brote	37
Análisis del largo inicial del brote	37
Análisis del largo final del brote	42
Análisis de sólidos solubles	45
Análisis de sólidos solubles iniciales	45
Análisis de sólidos solubles finales	48
Conclusiones	52
Bibliografía	54
Anexos	57

Índice de Gráficos y Tablas

Figura I : Cebolla en pila cubierta con polietileno blanco, esperando a ser trasladada al empaque	6
Figura II: Operarios trabajando en la selección y amañado de los bulbos de cebolla.	7
Figura III: Cebolla rebrotada	8
Figura IV: Muestras de las cuatro categorías de cebolla, almacenadas para comenzar el ensayo.	11
Figura V: Cartel identifica torio de la muestra con cartel indicativo de la trazabilidad del lote muestreado.	12
Tabla I: Características morfológicas de los bulbos a analizar	13
Figura VI: Calibre Tradicional	14
Figura VII: Balanza de precisión	15
Figura VIII: Penetro metro convencional.	15
Figura IX: Bulbo de cebolla con un claro rebrote interno.	16
Figura X: Refractómetro de mano	17



Figura XI: Variaciones de la temperatura y la humedad relativa dentro del galpón donde se conservaron las cebollas utilizadas en los experimentos.	20
Tabla II: Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos por estado catafilar) del Peso Inicial.	21
Tabla III: Comparación del peso inicial de bulbos con y sin catáfilas según el Test de Student.	22
Tabla IV: Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Porcentaje de Pérdida de Peso al final del almacenamiento.	24
Tabla V: Comparación del porcentaje de pérdida de peso en los bulbos de los distintos tratamientos.	24
Figura XII: Porcentaje de pérdida de peso de los bulbos correspondiente a los cuatro tratamientos, al finalizar el periodo de conservación estudiado	25
Figura XIII: Variaciones del peso de los bulbos durante su conservación en el galpón.	27
Tabla VI: Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) de la Firmeza Inicial.	28
Tabla VII: Comparación de la firmeza inicial entre bulbos grandes y chicos.	29
Figura XIV: Valores de la firmeza en bulbos grandes y pequeños al iniciar la conservación.	29

Figura XV: Cortes longitudinales de un bulbo	30
Tabla VIII: Comparación de la firmeza inicial entre bulbos con y sin catáfilas	31
Figura XVI: Valores de la firmeza en bulbos con y sin catáfilas al iniciar la conservación.	32
Tabla IX: Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) de la Firmeza Final.	33
Tabla X: Comparación de la firmeza final entre bulbos grandes y chicos.	34
Figura XVII: Valores de la firmeza en bulbos grandes y pequeños al finalizar la conservación.	35
Tabla XI: Comparación de la firmeza final entre bulbos con y sin catáfilas	36
Figura XVIII: Cambios en la “firmeza” de los bulbos correspondientes a los cuatro tratamientos durante el período de conservación.	37
Tabla XII: Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Largo del Brote inicial.	38
Tabla XIII: Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos grandes con y sin catáfilas.	39
Tabla XIV: Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos chicos con y sin catáfilas.	39
Tabla XV: Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos sin catáfilas grande y chicos.	40



Tabla XVI: Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos con catáfilas grande y chicos.	41
Tabla XVII: Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Largo del Brote final.	42
Tabla XVIII: Comparación del Largo del Brote final entre bulbos grandes con y sin catáfilas.	43
Tabla XIX: Comparación del Largo del Brote final entre bulbos chicos con y sin catáfilas	43
Figura XIX: Evolución del largo del brote correspondiente a los cuatro tratamientos durante el periodo de conservación.	44
Tabla XX: Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) de Sólidos Solubles iniciales	45
Tabla XXI: Comparación del contenido de SS iniciales entre bulbos grandes y chicos.	46
Tabla XXII: Comparación del contenido de SS iniciales entre bulbos con y sin catáfilas.	47
Tabla XXIII: Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos por estado catafilar) de Sólidos Solubles finales	48
Tabla XXIV: Comparación del contenido de SS finales entre bulbos grandes y chicos.	49
Tabla XXV: Comparación del contenido de SS finales entre bulbos con y sin catáfilas.	50



Figura XX: Evolución en los sólidos solubles correspondiente a los cuatro tratamientos durante el período de conservación.	51
---	----



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Agradecimientos

Agradezco a mi familia y amigos por haberme acompañado en este proceso, y especialmente a los profesores y alumnos que me inspiraron y guiaron para concretar este trabajo.



Resumen

La producción de cebolla en el Valle Inferior del Río Negro tiene significativa importancia, siendo el cultivo hortícola de mayor relevancia pues el área ofrece condiciones ambientales y productivas que permiten obtener un producto de Calidad. La escasa información sobre la vida útil de distintos tipos de bulbos de cebolla durante la post-cosecha no despeja los interrogantes ante la opción de postergar las ventas. El objetivo de este trabajo de tesis fue conocer la dinámica de las transformaciones que sufren los bulbos de cebolla, según sus distintas características morfológicas como el tamaño y la cobertura catafilar, bajo las condiciones de almacenamiento que otorga un galpón de empaque, permitiendo reducir la incertidumbre en la toma de decisiones durante la comercialización en diferentes mercados. Se realizaron análisis sobre bulbos del cultivar Valcatorce INTA, producidas por una empresa productora y empacadora del Valle Inferior. Los tratamientos consistieron en: cebollas grandes sin cobertura catafilar; cebollas grandes con cobertura catafilar; cebollas chicas sin cobertura catafilar; cebollas chicas con cobertura catafilar. Los parámetros evaluados en los bulbos desde el inicio y el final del periodo de conservación en los tratamientos fueron: diámetro; peso fresco; firmeza; longitud y color del brote y sólidos solubles. Los resultados determinaron que la cobertura catafilar es el factor interactuante y explicativo de las variaciones observadas en la duración de la vida útil de los bulbos que influyen en pérdida de calidad comercial durante la post- cosecha, mientras que el tamaño de los bulbos, no es un factor determinante para la pérdida de la calidad comercial.



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Introducción

El Valle Inferior del Río Negro, también conocido como valle del IDEVI (Instituto de Desarrollo del Valle Inferior), se encuentra ubicado sobre la margen sur del río Negro, en la región norpatagónica. Su centro urbano es la ciudad de Viedma, capital de la provincia de Río Negro. Su infraestructura productiva dispone de un sistema de riego de avanzada tecnología, con canales dotados de estructuras hidráulicas, incluyendo un sistema de desagües colectores (Municipalidad de Viedma, 2005)

En este valle, la producción de cebolla tiene significativa importancia, siendo el cultivo hortícola de mayor relevancia pues el área ofrece condiciones ambientales y productivas que permiten obtener un producto de calidad y cantidad, adecuada para los mercados de exportación. La principal variedad cultivada en el valle inferior es Valcatorce INTA, cultivar de día largo, que se cosecha entre enero y marzo. Se puede comercializar inmediatamente después de cosechada, pero por su alto potencial de conservación, resulta ideal para almacenarla y comercializarla en forma diferida, especulando con los mejores precios que se pueden obtener en el invierno. Sus bulbos suelen ser grandes, redondos y de color amarillo a cobrizo, características que les otorgan un particular atractivo para su exportación a mercados del hemisferio norte, donde los volúmenes de cebolla producidos durante estos meses disminuyen tanto en cantidad como en calidad. (van Konijnenburg y Martínez, 2005).

El mercado interno requiere de cebolla durante todo el año, pues es una hortaliza completamente incorporada a la cultura culinaria argentina. Esta demanda, está satisfecha casi en su totalidad por la producción nacional. De todos modos, este es un mercado flexible en cuanto a características de calidad, pudiendo ofrecer en determinadas épocas del año, variedades de día corto e intermedio que



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

resultan menos atractivas. De agosto a diciembre el mercado es abastecido por Valencianita, proveniente de Santiago del Estero y San Juan y Mendoza, y de diciembre a enero ingresa al mercado la Torrentina, producida en la región cuyana. Entre febrero y agosto el mercado recibe cebolla tipo Valenciana, producida en el sur de Bs.As., la región Cuyana, y los valles medio e inferior del río Negro. Durante todo el año, el mercado interno admite la comercialización de cebollas peladas (sin presencia de catáfilas externas de protección) (Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires. 2010)

Durante todo el año el mercado interno recibe cebollas de países extranjeros, en volúmenes menores (5 mil toneladas aproximadamente) registrándose durante los meses de Agosto y Septiembre más del 70% de esta cantidad. Los principales proveedores son Brasil, España, Perú y Nueva Zelanda. (Funbapa 2018)

Por otro lado, el comercio internacional de esta hortaliza resulta sumamente fluctuante. Estos mercados son muy exigentes en cuanto a las calidad del producto admitido, pues solo importan cebollas que cumplan con los estándares exigidos: bulbos con catáfilas secas y bien adheridas a la superficie, de consistencia firme, cuello angosto y seco, sin demostrar daños mayores y principalmente sin presencia de raíces ni demás signos de brotación. (SAGPyA, 2009).

Los principales destinos de las exportaciones argentinas son Brasil, Uruguay, Paraguay y la Unión Europea. Prácticamente toda la cebolla exportada corresponde al cultivar Valcatorce INTA la cual tolera largos periodos de almacenamiento (Funbapa 2018). Esta propiedad cobra importancia si se hace referencia al mercado europeo pues la carga demora un mes en llegar a destino (en barco, usual medio de transporte para esta hortaliza), pero es mucho más

relevante si se considera el mercado brasileño, que se sostiene hasta los meses de julio-agosto (Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires, 2010). Para ello, es necesario desplegar diferentes métodos para conservar los bulbos durante el período de postcosecha.

Son grandes los desafíos que plantea el mundo actual al sistema agroalimentario argentino, y el Valle Inferior del río Negro ha adquirido una sólida experiencia en la comercialización de cebolla fresca.

Estos desafíos fueron asumidos por algunas empresas exportadoras y, particularmente, en el valle inferior una empresa viedmense, que inició sus actividades en el año 1997 con una orientación hortícola, especializándose en la producción, empaque y comercialización de cebolla con destino a los mercados de exportación. Para el desarrollo de sus actividades productivas la empresa poseía más de 1000 hectáreas bajo riego, en las que sembraba 150 hectáreas de cebolla valenciana bajo el sistema de siembra directa y riego por aspersión (Figura 1). El resto de la superficie estaba destinado a la producción de alfalfa. Para el acondicionamiento y empaque de la cebolla contaba con una planta localizada en San Javier, a unos 30 km. de la ciudad de Viedma. Estas instalaciones contaban con una superficie cubierta de 4000 m² en donde se acondicionaban, envasaban y almacenaban los bulbos. Las 150 hectáreas brindaban una producción comercializable de 10.000 toneladas de cebolla dorada, de las cuales, un 70% se destinaba al mercado europeo (30% en forma directa a España y el 40% restante a través de otras firmas), un 10% al mercado brasileño y el 20% restante al mercado interno. Así mismo, la empresa procesaba cebollas de diversos productores de la zona (Vivas, y Pzelj, 2012)

Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster



Figura I cebolla en pila cubierta con polietileno blanco, esperando a ser trasladada al empaque.

La selección y tamaño de los bulbos resultaba de vital importancia pues de este modo se definen los destinos y categorías del producto que no solo varían en su aspecto, sino en su precio final, siendo las cebollas de mayor calibre y mejor cobertura catafilar las de mejor precio (Figura II). De todos modos no siempre resultan las más requeridas por el mercado pues cada nicho consumidor tiene sus preferencias.

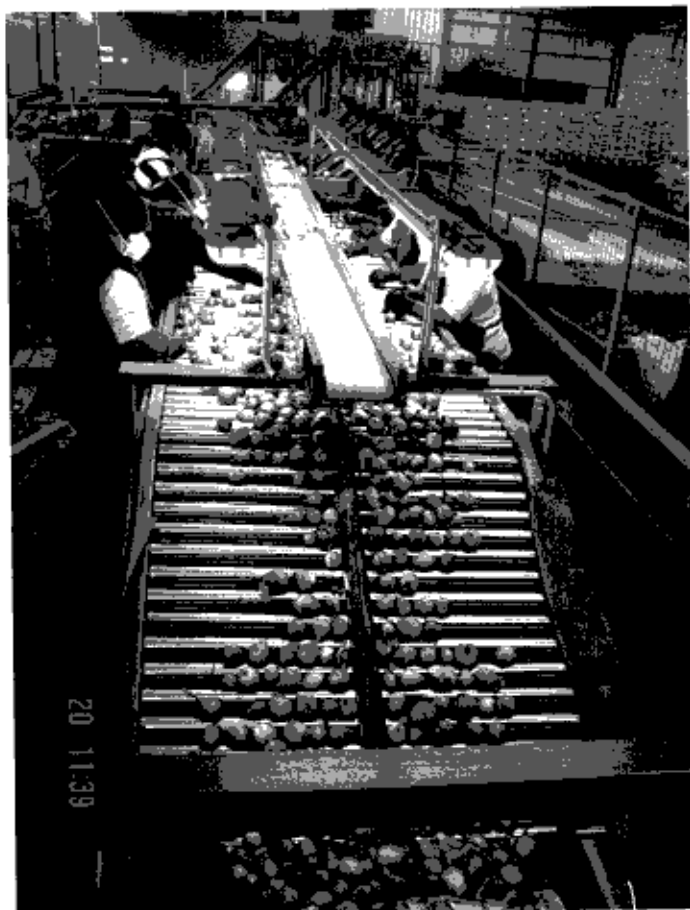


Figura II: Operarios trabajando en la selección y tamaño de los bulbos de cebolla.

Si bien la demanda mundial del producto ha aumentado durante los últimos años, el comercio internacional se ve sujeto a grandes fluctuaciones, tanto en los volúmenes como en los precios percibidos. Esta situación de efímero bienestar comercial, enfatiza la incertidumbre del productor cebollero que suele encontrarse con que, temporalmente, el precio de mercado está por debajo de los beneficios mínimos esperados. Esto, conduce a replantearse la conveniencia de efectivizar sus ventas dentro del corto plazo.

Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

La comercialización a largo plazo o venta diferida (mercado brasilero o mercado interno), requiere implementar alguna modalidad de almacenamiento de la producción. Como se sabe, los bulbos de cebolla son estructuras vegetales vivas, cuya composición genética establece un ciclo de vida bienal, y por lo tanto, están biológicamente programados para rebrotar (Figura III). El inicio de este proceso durante el almacenamiento, va en detrimento de la calidad comercial y por lo tanto las cebollas tienen que ser comercializadas antes de que se desencadenen el rebrote, o sea, antes de que se agote la “vida útil” de los bulbos.



Figura III: cebolla rebrotada

La vida útil de los bulbos de cebolla, está determinada por la variedad considerada y las condiciones de manejo y de almacenamiento, y estima que, en términos generales, el período de vida útil para este producto es de 3 a 4 meses (SAGPYA, 2009).

La escasa información no despeja los interrogantes ante la opción de postergar las ventas esperando mejoras en la situación del mercado. No se cuenta con información precisa del comportamiento en la vida útil comercial de los distintos



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

bulbos durante el período de conservación por lo que la evolución en las pérdidas de calidad resulta incierta (Miedema, 1994)

Conocer la dinámica de las transformaciones que sufren los bulbos de cebolla, según sus distintas características morfológicas como el tamaño y la cobertura catafilar, bajo las condiciones de almacenamiento que otorga un galpón de empaque, reduciría la incertidumbre en la toma de decisiones de mercado. Aportar alguna claridad en estos aspectos representa la motivación fundamental para planificar este trabajo de tesis.

Hipótesis principal

El tamaño de las cebollas (*Allium cepa* L.) y el estado de sus coberturas catafilares son factores interactuantes y explicativos de las variaciones observadas en la duración de la vida útil de los bulbos, y por lo tanto, de la dimensión de la pérdida de calidad comercial durante la post- cosecha.

Hipótesis secundarias

H₁: Las cebollas de menor calibre (50-60) tienen mayor vida útil comercial que las de mayor calibre (70-90).

H₂: Las cebollas peladas o con catáfilas dañadas tienen menor vida útil comercial que las que conservan en buen estado su cobertura catafilar externa.

H₃: El factor cobertura es más incidente en la pérdida de calidad comercial de las cebollas que el factor tamaño, durante la pos-cosecha.

Objetivo general

Estudiar el rol del tamaño, de la cobertura catafilar y de su interacción, en la pérdida de calidad comercial durante el almacenamiento de las cebollas.

Objetivos específicos

- 1: Determinar la variación en los parámetros de rendimiento (peso y diámetro de los bulbos) y de calidad (firmeza, largo del brote y sólidos solubles) de los bulbos bajo condiciones de humedad, temperatura y ventilación propias al ambiente de un galpón en el IDEVI, en cebollas de diferentes tamaños.
- 2: Determinar la variación en los parámetros de rendimiento (peso y diámetro de los bulbos) y de calidad (firmeza, largo del brote y sólidos solubles) de bulbos bajo condiciones de humedad, temperatura y ventilación propias al ambiente de un galpón en el IDEVI, en cebollas con diferentes estados de cobertura catafilar.
- 3: Establecer un criterio de manejo comercial de las categorías de cebolla almacenados de acuerdo a los factores establecidos.

Materiales y métodos

Los análisis se realizaron sobre cebollas del cultivar Valcatorce INTA, producidas por una empresa productora y empacadora del Valle Inferior. Todos los bulbos muestreados provinieron de un mismo lote, bajo idénticas labores culturales tales como siembra, riegos, aplicaciones de fertilizantes y productos fitosanitarios, cosecha, primer oreo o curado, traslado, segundo oreo, descolado y procesado (cepillado, tamañado, selección manual y embolsado) (Anexo I). La precisión en el origen del material analizado estuvo garantizada por el sistema de trazabilidad con que trabajó el galpón de empaque; y las certificaciones obtenida de las normas GlobalG.A.P. (Buenas Prácticas Agrícolas) y BRC (Buenas Prácticas de Manufactura).

Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Cuando las cebollas arribaron al galpón se seleccionaron bulbos por su tamaño: grandes ($>$ de 80 mm) y chicos ($<$ de 65 mm). Y dentro de cada uno de estos se separaron otras 2 muestras de cebollas con y sin cobertura de protección de modo que quedaron constituidos 4 tratamientos (Figura IV y V):

- Cebollas grandes sin cobertura catafilar.
- Cebollas grandes con cobertura catafilar.
- Cebollas chicas sin cobertura catafilar.
- Cebollas chicas con cobertura catafilar



Figura IV: Muestras de las cuatro categorías de cebolla, almacenadas para comenzar el ensayo.

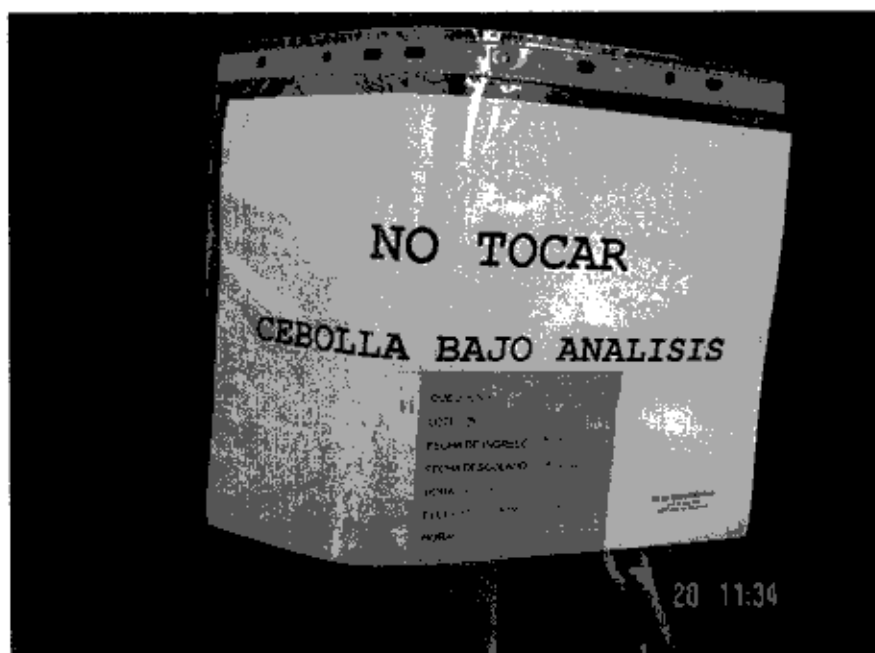


Figura V: Cartel indicativo de trazabilidad del lote muestreado.

Con el objeto de evaluar el efecto del almacenamiento sobre parámetros de rendimientos y algunos aspectos de los bulbos, se evaluaron los siguientes parámetros desde el inicio y hasta finalizar el periodo de conservación:

- a) Diámetro o calibre de los bulbos.
- b) Peso fresco de los bulbos.
- c) Firmeza de los bulbos.
- d) Longitud y color del brote.
- e) Sólidos solubles (SS).

Los análisis se realizaron sobre cuatro categorías de bulbos (Tratamientos 1, 2, 3 y 4), tal como se muestra en la Tabla I.

Tabla I. Características morfológicas de los bulbos a analizar

Condición catafilar.....Tamaño	Grandes	Chicos
Sin cobertura catafilar	T ₁	T ₂
Con cobertura catafilar	T ₃	T ₄

Como fijan los objetivos, se realizó el monitoreo de los parámetros de calidad cada 20 días aproximadamente, durante un período de almacenamiento de tres meses, lo que representan 4 fechas de análisis que comenzaron en el mes de abril, finalizando en el mes de julio.

Para construir las unidades experimentales que se utilizaron para determinar la evolución del peso y del diámetro de los bulbos (registros no destructivos), a partir de bolsas de cebolla de 25 kg, listas para ser comercializadas, se tomaron 10 bulbos cada categoría de cebollas (Tabla I). Estas muestras se colocaron en bolsas rejilla, de polietileno, iguales al envase comercial del que provinieron. Durante los meses de experimento las muestras fueron almacenadas en el depósito del galpón de empaque de la empresa bajo las mismas condiciones en que la mercadería permanecía en stock hasta ser comercializada. Como los registros se tomaban siempre sobre los mismos bulbos, luego de tomar los datos se los restituía al depósito.

Para determinar los parámetros de calidad (registros destructivos) fue necesario tomar 4 muestras de 30 bulbos cada una (una para cada fecha de muestreo) por categoría de cebolla (Tabla I). El tratamiento de las muestras fue similar al

descripto para los parámetros de rendimiento con las diferencias de que, como el material se destruía, esa muestra desaparecía del ensayo.

Durante el periodo de conservación se registraron dentro del galpón las condiciones de temperatura y humedad de modo continuo mediante un data logger (Anexo II).

Los parámetros se registraron de la siguiente manera:

a) **Diámetro o calibre de los bulbos:** la medición fue realizada en la zona ecuatorial de cada bulbo con dos clases de calibres diferentes, uno convencional y uno de aros, para constatar la información cuando los bulbos eran irregulares (Figura VI).

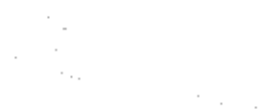


Figura VI: Calibre convencional.

b) **Peso de los bulbos:** Se determinó mediante una balanza de precisión y siempre sobre la misma muestra de bulbos (Figura VII).



Figura VII: Balanza de precision

c) **Firmeza de los bulbos:** se determinó mediante utilizando un penetrometro convencional con un punzón de acero de 8 mm. Las mediciones se realizaron en la zona ecuatorial de cada bulbo. La firmeza está relacionada con la ternura de las cebollas, siendo las más tiernas las de menor firmeza (Figura VIII).



Figura VIII: Penetrometro convencional.

Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

d) Longitud y color del brote: los bulbos fueron cortados al medio longitudinalmente, para observar la longitud y color del brote. El largo de los brotes se midió con una regla, en cm. Se consideraron brotadas las cebollas cuyo largo de brote resulto superior (a la mitad del largo del bulbo). Cabe señalar que estos son estado previos a los que define la normativa como cebolla brotada: “Manifestación visual de las hojas verdes por encima del largo del cuello y/o presencia de raíces blancas y suculentas” (RESOLUCIÓN SAGPyA N°: 130/2009). El color del brote fue una medición subjetiva pudiendo clasificarse el mismo como blanco (brote durmiente), amarillo, verde limón y verde (brote maduro y fuerte) (Figura IX).

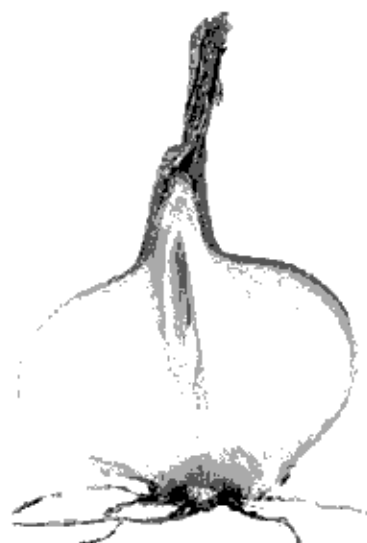


Figura IX: bulbo de cebolla con un claro rebrote interno.

e) Sólidos Solubles (SS): en los bulbos ya cortados para el ítem **c**, se procedió a determinar el contenido de sólidos solubles extrayendo el jugo del sector ecuatorial de la tercera catáfila mediante una prensa de ajos. Una gota del mismo se colocó en un refractómetro de mano, y se leyó el valor de SS,

expresado en grados Brix. El contenido de sólidos solubles está relacionado con la aptitud para la conservación de las cebollas, a mayor contenido en sólidos solubles mayor porcentaje en materia seca y por lo tanto, mejor aptitud para su conservación tiene la cebolla (Figura X).

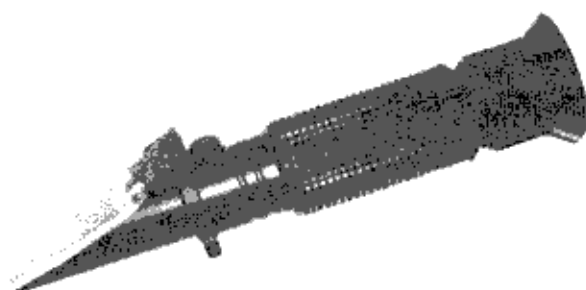


Figura X: refractómetro de mano

Con los datos de cada parámetro registrado, se realizaron análisis factoriales (dos factores) para determinar si existe correlación entre el tamaño y el estado de las catáfilas coloreadas, al iniciar y al finalizar el experimento. El análisis inicial sirvió para determinar si los efectos de los tratamientos sobre las características evaluadas se produjeron durante el cultivo, y el análisis final determinó si los resultados iniciales (significativos o no significativos), se modificaban durante la etapa de postcosecha.

Los registros obtenidos en los sucesivos muestreos, se registraron en tablas (Anexo III) y se construyeron las curvas de regresiones (Parámetro vs. Tiempo) para cada tratamiento.

Resultados y Discusión.

En el caso particular de la cebolla (ciclo bianual), que es un tallo modificado compuesto por un disco subterráneo, con hojas envainadoras cuya base posee



Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

abundante parénquima reservante de agua, el bulbo que se cosecha presenta serie de características y propiedades organolépticas y nutracéuticas (estimulante cardíaco, diurético, expectorante, antibacteriano, estimulan el tránsito intestinal, promueven la producción de bilis, y reduce los niveles de azúcar y lípidos, entre otras) que lo convierten en un insumo culinario sumamente demandado (Jaime *et al.*, 2002). Sin embargo, a pesar de que estas propiedades son preservadas por el cierre del cuello y la impermeabilidad de las catáfilas coloreadas, sus valores van cambiando durante la conservación, debido a los procesos metabólicos propios de la especie, fijados genéticamente, y a las condiciones de conservación (Wright y Grandt, 1997; Yoo *et al.*, 1997; Brewster 2001). Cuanto más tiempo conserve el estado inicial de sus descriptores, mejor será el producto a ofrecer en una venta diferida.

Cotidianamente se registra una gran variabilidad en el tamaño de los bulbos cosechados, debido a muchos factores como densidad de siembra, manejo de las malezas, fertilidad, cumplimiento del ciclo, estado sanitario, entre otros (Brewster, 2001; van Konijnenburg y Martinez, 2005). El tamaño se traduce en otro factor relevante como es el peso del bulbo, que en su conjunto define el rendimiento. Por ello, el tamaño de la cebolla es parte del protocolo de postcosecha. Esta clasificación hace que el destino comercial sea diferente, por lo que es importante conocer el efecto de tamaño sobre las propiedades a analizar.

También resulta importante cuantificar el efecto de la alteración que se puede producir en las estructuras de protección del bulbo (catáfilas externas). La función de estas estructuras es muy compleja pero, fundamentalmente, son las responsables de mantener el estatus hídrico de las catáfilas internas, debido a que constituyen una barrera impermeable a los gases y líquidos, y la única vía de intercambio entre el interior y el exterior queda reducida a la zona del cuello

(Brewster, 2001). Este blindaje, casi total, de las túnicas reservantes contribuye a mantener el status hídrico de sus abundantes parénquimas reservantes y por lo tanto, a evitar la pérdida de peso y calidad de los bulbos. Además, junto con otros factores hormonales y ambientales, es responsable de que su metabolismo se mantenga en estado de dormancia. Esta pausa en el desarrollo está fijada genéticamente y es propia de una especie bianual. Pero si estas catáfilas se dañan o desaparecen, el hermetismo se rompe provocando alteraciones en el programa metabólico del bulbo. Como es frecuente que durante el cultivo, la cosecha, o el procesado de las cebollas, estas estructuras resulten dañadas, es importante cuantificar el impacto que produce esta injuria sobre las propiedades analizadas en este trabajo.

Antes de comenzar con el análisis de los parámetros de calidad seleccionados, se presentan las condiciones ambientales registradas en el galpón de empaque donde se las conservó de marzo a julio. Además de las pérdidas por aspectos sanitarios que se producen durante el almacenamiento, las variaciones de la temperatura y la humedad relativa, afectan a los bulbos que continúan siendo comerciales. Por ello, es importante exhibir estos datos pues son factores que influyen, y por ende, pueden explicar, en parte, el comportamiento de los bulbos.

En la figura XI se presenta la evolución de la temperatura y la humedad relativa durante el período de almacenamiento.

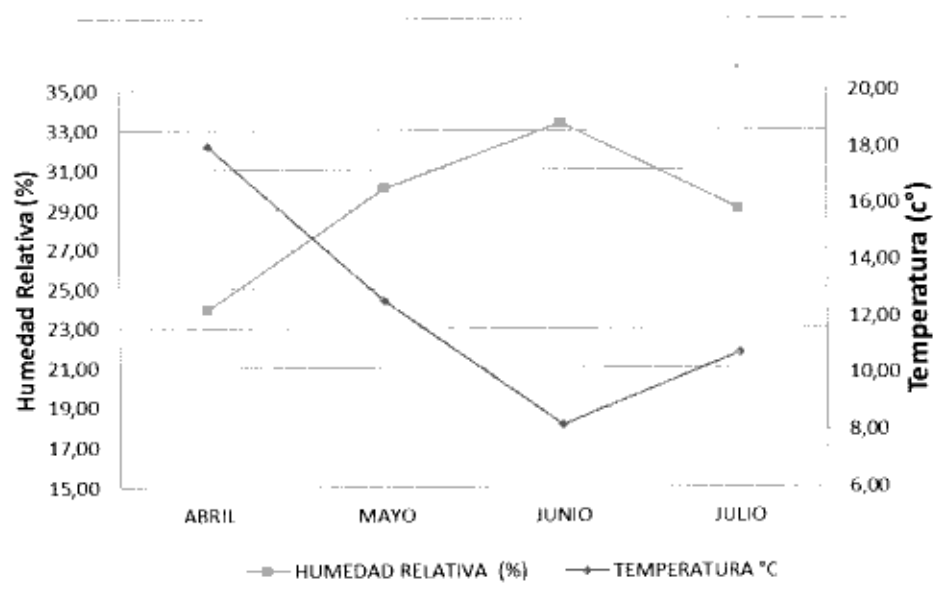


Figura XI. Variaciones de la temperatura y la humedad relativa dentro del galpón donde se conservaron las cebollas utilizadas en los experimentos.

1. Análisis del Peso de los Bulbos.

Tal como ocurre con otras hortalizas y frutos que son almacenados por su consumo diferido, las cebollas pierden peso durante su conservación. De Matos *et al.* (1997) determinó que la dimensión de estas pérdidas depende del cultivar, del período de conservación, y de las condiciones ambientales. González *et al.* (2005) encontraron que la pérdida de peso era relativamente mayor en bulbos pequeños que en bulbos grandes pero, trabajaron con cultivares de diferente tamaño, atribuyendo sus resultados a la mayor relación superficie volumen de los más pequeños. Esta pérdida se acentúa si las catáfilas de protección se hallan dañadas o ausentes (Banuu Priya *et al.*, 2014).

1.1. Análisis del Peso Inicial de los Bulbos. En la tabla II se presentan los resultados del ANOVA para este parámetro. La interacción de los factores resultó negativa ($P = 0,16$) por lo que los factores se analizaron por separado.

Tabla II. Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Peso Inicial.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Inicial	40	0,82	0,8	15,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	161753,32	3	53917,77	54,59	<0,0001
Tamaño	158760,00	1	158760,00	160,73	<0,0001
Estado de Catáfilas	931,22	1	931,22	0,94	0,338
Tamaño*Estado de catáfilas	2062,10	1	2062,10	2,09	0,1571
Error	35558,93	36	987,75		
Total	197312,26	39			

1.1.1. Análisis del Peso Inicial de los Bulbos clasificados según el tamaño. Las diferencias entre pesos según los dos tamaños analizados, no se analizaron estadísticamente porque existe una relación directa entre el peso y el tamaño por lo que no es necesario demostrarlo estadísticamente. El peso promedio de los bulbos chicos fue de 142,28 g y el de los grandes fue de 268,28 g.

1.1.2. Análisis del Peso Inicial de los Bulbos clasificados según el estado de las catáfilas. En la Tabla III se muestran los resultados del Test de Student que analizó las diferencias entre bulbos con y sin catáfilas.

Tabla III. Comparación del peso inicial de bulbos con y sin catáfilas según el Test de Student.

	Grupo 1 c/catáfilas	Grupo 2 s/catáfilas
n	20	20
Media	210,10	200,45
Media(1)-Media(2)	9,65	
LI(95)	-36,37	
LS(95)	55,67	
pHomVar	0,24	
T	0,42	
p-valor	0,67	

Según el Test de Student, la diferencia entre el peso de los bulbos con y sin catáfilas no fue significativa ($P= 0,67$). Si bien existe una tendencia a perder peso por el daño de las catáfilas de protección, a esa altura del desarrollo de los bulbos (cosecha) la disminución no es notoria. Se infiere que mientras los bulbos están en el suelo, el resquebrajamiento, la pérdida o la no formación de las estructuras de protección, que permitiría la deshidratación prematura de las catáfilas reservantes, se ve compensada por las partículas del suelo adheridas a las epidermis, que obstaculizan el flujo de agua de los tejidos hacia la atmósfera. Sin embargo, una vez cosechados y curados, los bulbos son cepillados antes de ingresar al almacenamiento por lo que las mencionadas catáfilas quedan expuestas.



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

1.2. Análisis del Peso final de los Bulbos. Como ya se mencionó en la Introducción de este trabajo, en función de la dinámica de los principales mercados consumidores (mercado interno y Brasil), las cebollas deben ser conservadas para su comercialización diferida. Cuanto más prolongado es este periodo, mejoran los precios obtenidos por los productores, precisamente porque con el transcurso del tiempo, la pérdida de la calidad de incrementa y el descarte aumenta. Si no se considera las causas fitopatológicas, los principales motivos que ocasionan dicha pérdida son los factores que se estudian en este trabajo: merma del peso y la firmeza de los bulbos y la brotación.

Con respecto a la pérdida de peso, los datos difundidos por la FAO (1989), afirman que los bulbos más pequeños pierden relativamente más peso que los más grandes durante la conservación. Sin embargo, otros autores como Stow (1975), no encontraron diferencias. En este trabajo la evaluación se complejizó incorporando al efecto del tamaño, el efecto del estado de las catáfilas.

El análisis del estado final de los parámetros de calidad se realizó sobre las evaluaciones realizadas en el último muestreo pues son características tangibles, que determina la calidad de los bulbos en ese momento, pero en el caso del "peso de los bulbos", que afecta al rendimiento (kg/ha), se evaluaron el porcentaje de pérdida y la tasa de pérdida de peso. Los datos, pese a ser porcentuales, no se transformaron porque la diferencia entre el valor máximo y el mínimo no superó el valor de 15.

En la tabla IV se muestran los resultados del ANOVA de dos vías y se puede observar que la interacción entre tamaño y estado de las catáfilas es altamente significativa ($P < 0,0001$), por lo que se evaluó la pérdida contrastando los tratamientos todos contra todos (Tabla V y Fig. XII).

Tabla IV. Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Porcentaje de Pérdida de Peso al final del almacenamiento.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Porcentaje de pérdida	40	0,99	0,99	3,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	1569,76	3	523,25	1778,55	<0,0001
Tamaño	44,94	1	44,94	152,77	<0,0001
Estado de Catáf	1479,87	1	1479,87	5030,11	<0,0001
Tamaño*Est Catá.	44,94	1	44,94	152,77	<0,0001
Error	10,59	36	0,29		
Total	1580,35	39			

Tabla V. Comparación del porcentaje de pérdida de peso en los bulbos de los distintos tratamientos.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,65330

Error: 0,2942 gl: 36

Estado de cataf.	Tamaño	Medias	n	E.E.	
S/catafilas	Chico	23,98	10	0,17	A
S/catafilas	Grande	19,74	10	0,17	B
C/catafilas	Grande	9,70	10	0,17	C
C/catafilas	Chico	9,80	10	0,17	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

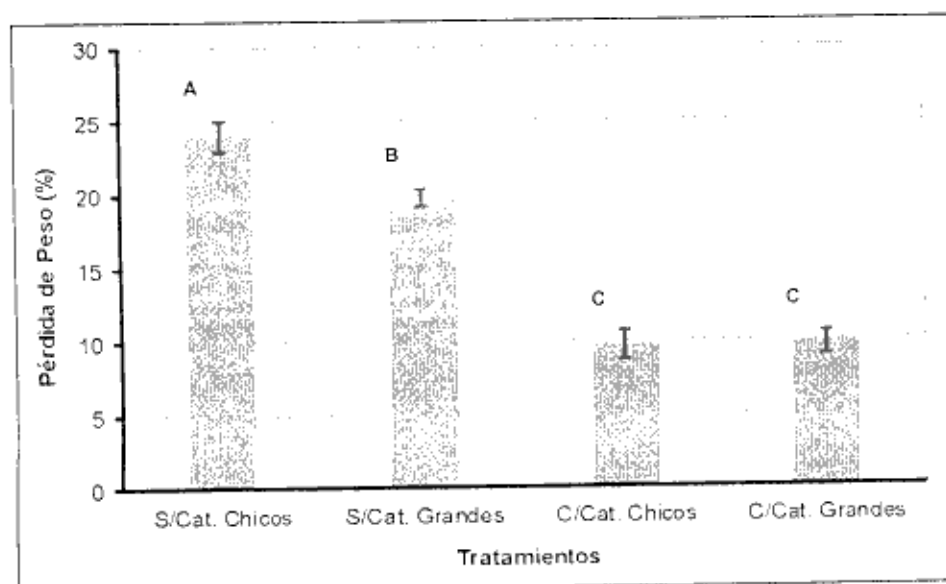


Figura XII. Porcentaje de pérdida de peso de los bulbos correspondiente a los cuatro tratamientos, al finalizar el período de conservación estudiado.

El Test de Comparaciones Múltiples de Tukey determinó que si bulbos presentaban sus catáfilas de protección enteras, sin resquebrajaduras, el porcentaje de pérdida de peso, luego de 4 meses de almacenamiento, no superó el 10 % del peso promedio original, tanto en bulbos grandes como en chicos (Fig. 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Stow (1975) pero se contraponen con los comunicados por González *et al.* (2005). Pero, cabe aclarar, que estos compararon la pérdida de peso en diferentes cultivares que se caracterizaban por producir bulbos de diferentes tamaños y en este trabajo se compararon bulbos de distinto tamaño correspondiente a un solo cultivar.

El análisis también determinó que cuando las catáfilas de protección estaban dañadas o ausentes, la pérdida de peso se incrementaba de forma significativa,



Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

comparando con los bulbos sanos. Y en este caso sí, la mayor disminución de peso la sufrían los bulbos chicos. También se analizó la evolución del peso de los bulbos durante el período de conservación, en cada uno de los tratamientos. En la figura xx se presentan las variaciones de diámetro y peso en los cuatro tratamientos de este ensayo, recordando que pertenecen a un único cultivar. Como se puede observar, todas las curvas tuvieron un ajuste lineal casi perfecto (valores de R^2). Desde el punto de vista del manejo de la producción, este dato significa que, la pérdida de peso dentro de cada tratamiento, es uniforme durante la conservación y no se detectó algún período crítico en el que la pérdida se acentúe.

Con respecto a la tasa de pérdida de peso, representada por el coeficiente de x en la fórmula de cada recta, en los tratamientos con catáfilas (grandes = -7,54 y chicos = -4,54) resultaron considerablemente menores que los tratamientos sin catáfilas (grandes = -16,89 y chicos = -12,04). Estos datos se reflejaron en el análisis del Porcentaje de Pérdida de Peso (Fig. XIII), sin embargo, si el período de conservación fuera más prolongado, esas mismas tasas de pérdida, podrían conducir a resultados finales diferentes.

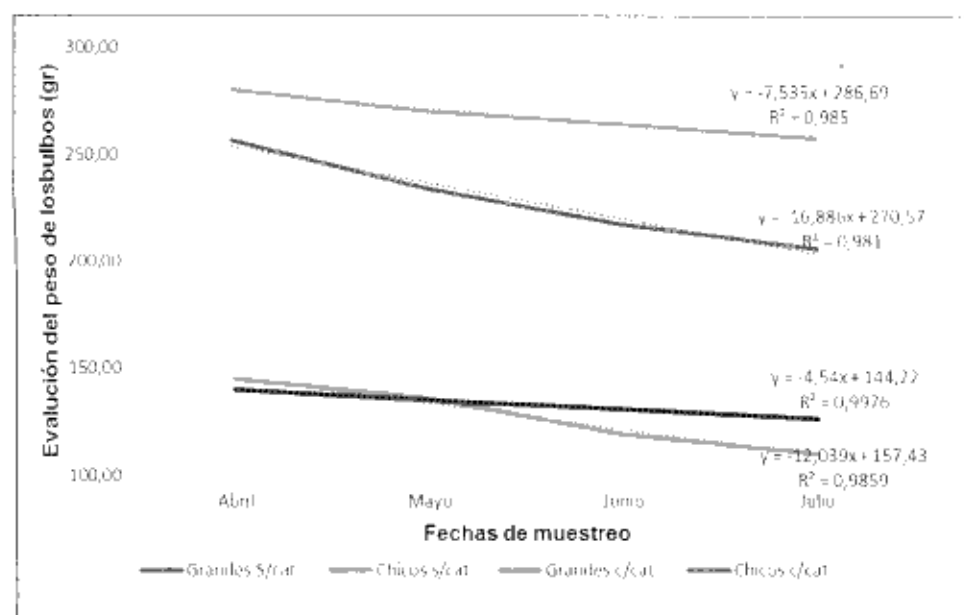


Figura XIII. Variaciones del peso de los bulbos durante su conservación en el galpón.

2. Análisis de la Firmeza de los Bulbos. Las propiedades mecánicas de los frutos juegan un papel primordial en el comportamiento de ellos durante el procesamiento, almacenamiento, distribución y consumo. La turgencia de los tejidos del bulbo (firmeza), es máxima al finalizar el primer ciclo (cosecha), y se va perdiendo a medida que transcurre el tiempo y las cebollas se preparan para rebrotar.

2.1. Análisis de la Firmeza Inicial de los Bulbos.

El ANOVA señaló que no existe interacción entre el tamaño de los bulbos y el estado de sus catáfilas ($P=0,2137$). Son factores independientes (TablaVI).

Tabla VI. Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) de la Firmeza Inicial.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Firmeza inicial	120	0,70	0,69	8,44

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1128,99	3	376,33	91,07	<0,0001
Tamaño	53,55	1	53,55	12,96	0,0005
Catáfilas	1068,99	1	1068,99	258,68	<0,0001
Tamaño*Catáfilas	6,46	1	6,46	1,56	0,2137
Error	479,37	116	4,13		
Total	1608,36	119			

Por lo tanto, los niveles de cada factor se analizaron sin tener en cuenta los niveles dentro del otro. Es decir, se analizaron por separado los dos niveles de tamaño de bulbo (chicos y grandes) sin tener en cuenta si tenían catáfilas o no las tenían, y lo mismo se realizó con el factor catáfilas (con o sin catáfilas), sin tener en cuenta si los bulbos eran grandes o chicos.

2.1.1. Análisis de la Firmeza Inicial de los Bulbos clasificados según el tamaño.

El Test de Student señaló que hubo diferencias en la firmeza inicial según el tamaño ($P=0,0461 < 0,05$ - Tabla VII y Fig. XIV).

Tabla VII. Comparación de la firmeza inicial entre bulbos grandes y chicos.

	Grupo 1 Grandes	Grupo 2 Chicos
n		60
Media	24,75	23,42
Media(1)-Media(2)	1,34	
LI(95)	0,02	
LS(95)	2,65	
pHomVar	0,40	
T	2,02	
p-valor	0,0461	

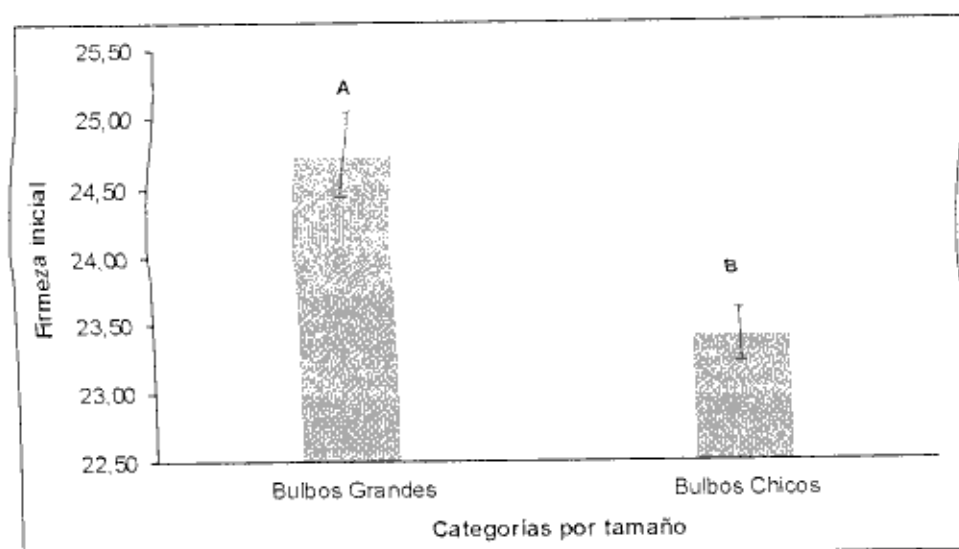


Figura XIV. Valores de la firmeza en bulbos grandes y pequeños al iniciar la conservación.

Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Los bulbos grandes tuvieron mayor firmeza que los chicos. Esto podría explicarse porque los bulbos grandes desarrollan un mayor número de catáfilas y más gruesas que los pequeños, alcanzando la plena turgencia de sus células. En términos generales, los bulbos de mayor tamaño alcanzan un estado de madurez completo en el primer año del ciclo mientras que los bulbos pequeños no completan su desarrollo potencial.

Un bulbo que ha completado su desarrollo posee de 2 a 3 vainas externas que han perdido su organización parenquimática reservante y se han convertido en estructuras de protección de consistencia papirácea. Internamente, existen de 4 a 6 vaina reservantes que se continúan en limbos aéreos, luego se observan 3 o 4 vainas, también reservantes pero que no desarrollan limbos y en el centro, encapsuladas por toda esta estructura 4 o 5 primordios de hoja que constituyen el "brote foliar". Estos primordios, superado el período de dormancia, tienen la función de formar las hojas del segundo ciclo del cultivo, o sea, el rebrote de los bulbos (Figura XV A y B).

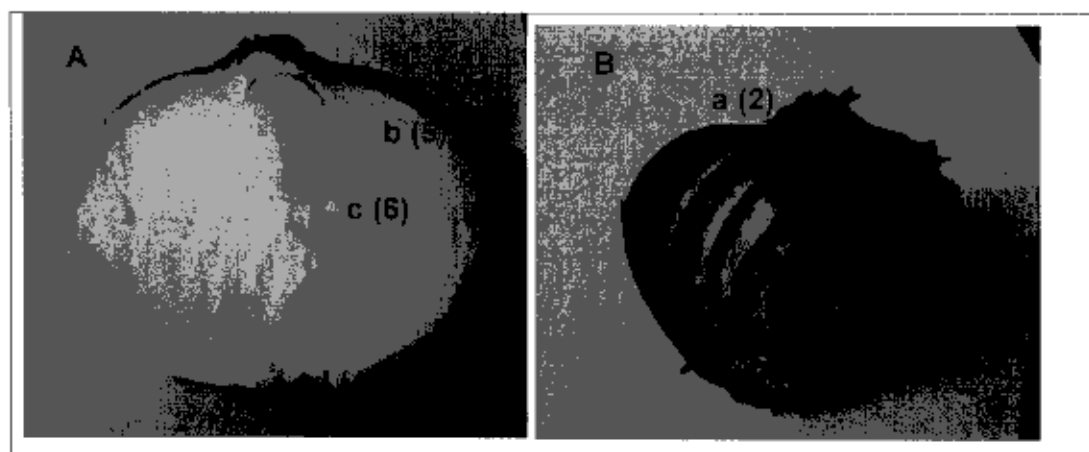


Figura XV: Cortes longitudinales de un bulbo maduro completamente desarrollado (A) y de un bulbo pequeño, a cosecha (B), señalando sus diferentes componentes: a. cátafilas papiráceas de protección; b: vainas reservantes de

Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

hojas con limbo aéreo; c: vainas engrosadas, sin limbo; d: hojas del brote. Los números entre paréntesis indican el número de piezas.

En un bulbo más pequeño, que por diversas razones no ha completado su desarrollo, la estructura es la misma, pero con un número menor de componentes (Figura XV B).

2.1.2. Análisis de la Firmeza Inicial de los Bulbos clasificados según el estado de las catáfilas protectoras.

El Test de Student también señaló que hubo diferencias en la firmeza inicial según el estado de las catáfilas de los bulbos. Se pudo cuantificar una certeza epírica que afirma que los bulbos con las catáfilas externas enteras, son más firmes que los que no tienen esa protección o la tiene dañada ($p < 0,0001$) (Tabla VIII y Fig.XVI).

Tabla VIII. Comparación de la firmeza inicial entre bulbos con y sin catáfilas

	Grupo 1 Sin catáfilas	Grupo 2 Con catáfilas
n	60	60
Media	21,10	27,07
Media(1)-Media(2)	-5,97	
LI(95)	-6,74	
LS(95)	-5,20	
pHomVar	0,65	
T	-15,29	
p-valor	<0,0001	

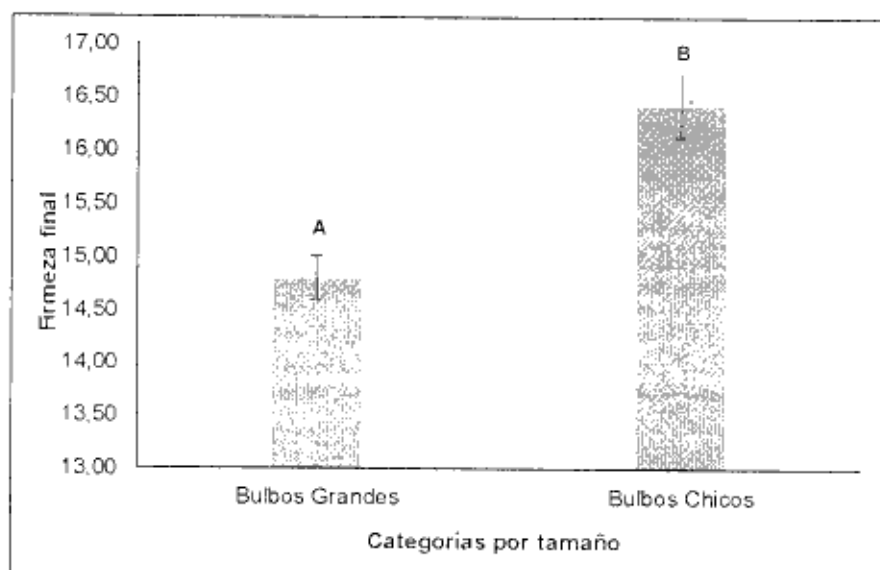


Figura XVI. Valores de la firmeza en bulbos con y sin catáfilas al iniciar la conservación.

La pérdida de firmeza en los tejidos, independientemente del factor que la ocasione, es signo de deshidratación. Esta manifestación es el producto de la plasmólisis celular y de las consecuencias metabólicas de la pérdida de agua. Muchas veces, la cosecha de bulbos con catáfilas protectoras poco desarrolladas o dañadas, es consecuencia de malas prácticas culturales como fertilizaciones tardías, riegos inadecuados, siembras y cosechas postergadas, entre otras.

Cuando la deshidratación afecta demasiado el aspecto del bulbo, el mismo es descartado en el proceso de selección, y no ingresa al almacenamiento, pero muchas veces, los bulbos están aparentemente bien desarrollado aunque las catáfilas de protección presentan resquebrajamientos por donde quedan expuestos los tejidos internos y se produce, en mayor o menor medida, pérdida de agua.

2.2. Análisis de la Firmeza Final de los Bulbos.

Nuevamente el ANOVA señaló que la interacción entre ambos factores no fue significativa ($P=0,3975$), es decir, los factores continuaron siendo independientes en el tiempo (Tabla IX).

Tabla IX. Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) de la Firmeza Final.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Firmeza final	120	0,93	0,92	7

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1735,14	3	578,38	483,88	<0,0001
Catáfilas	1654,59	1	1654,59	1384,26	<0,0001
Tamaño	79,69	1	79,69	66,67	<0,0001
Catáfilas*Tamaño	0,86	1	0,86	0,72	0,3975
Error	138,65	116	1,20		
Total	1873,79	119			

En base a estos resultados, se interpreta que el almacenamiento y sus condiciones, no modificaron la relación entre los factores. Esto es coherente con los resultados de la "firmeza inicial". Por lo tanto, los niveles de cada factor se analizaron sin tener en cuenta los niveles dentro del otro.

2.2.1. Análisis de la Firmeza final de los Bulbos clasificados según el tamaño. Con respecto al tamaño, el Test de Student determinó que hubo diferencias en la firmeza final, entre los dos niveles de tamaños ($p<0,0238<0,05$) (Tabla x y Fig. XVII). Los bulbos grandes tienen menor "firmeza final" que los

pequeños (al revés de la "firmeza inicial"). Este cambio se fundamenta en que, para la "firmeza inicial", los bulbos estaban recién cosechados y las catáfilas reservantes de los bulbos grandes estaban más turgentes que los pequeños por su mejor desarrollo, pero transcurrido el período de almacenamiento, los bulbos grandes, al tener mayor volumen tienen mayor capacidad de pérdida de agua que los pequeños.

Tabla X. Comparación de la firmeza final entre bulbos grandes y chicos.

	Grupo 1	Grupo 2
	Grandes	Chicos
n	60	60
Media	14,8	16,43
Media(1)-Media(2)	-1,63	
LI(95)	-3,04	
LS(95)	-0,22	
pHomVar	0,7753	
T	-2,29	
p-valor	0,0238	

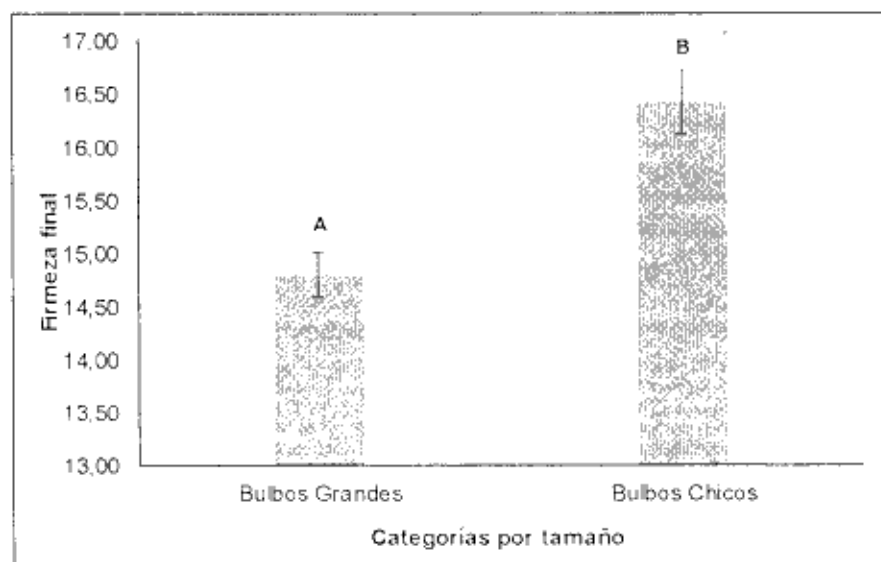


Figura XVII. Valores de la firmeza en bulbos grandes y pequeños al finalizar la conservación.

2.2.2. **Análisis de la Firmeza Inicial de los Bulbos clasificados según el estado de las catáfilas protectoras.** El Test de Student también señaló que hubo diferencias en la firmeza final según los bulbos posean catáfilas o no ($p < 0,0001$) (Tabla XI y Fig. XVIII). En este trabajo se pudo cuantificar el deterioro que produjo la pérdida o daño de las catáfilas protectoras.

Tabla XI. Comparación de la firmeza final entre bulbos con y sin catáfilas

	Grupo 1 Sin catáfilas	Grupo 2 Con catáfilas
n	60	60
Media	11,90	19,33
Media(1)-Media(2)	-7,43	
LI(95)	-7,92	
LS(95)	-6,93	
pHomVar	0,39	
T	-29,84	
p-valor	<0,0001	

Tal como se observa en las figuras 4 y 5 la variable "firmeza" está más afectada por la cobertura catafilar que por el tamaño de los bulbos sin resultar los mismos factores interactuantes.

En la figura 6 se presenta la pérdida de firmeza como un proceso durante la conservación mediante un ajuste lineal de los datos. Si bien en todos tratamientos la tasa de pérdida de firmeza es semejante (coeficiente b), las ordenadas al origen (a) que representan el estado inicial de la firmeza, difieren entre las que se cosecharon con catáfilas de protección y las que no las poseían. Corroborando lo expresado en el párrafo anterior, los tratamientos se agrupan en "con catáfilas" y "sin catáfilas" por comportamientos similares. Cabe resaltar que estas diferencias provienen de la etapa de cultivo y se sostienen, con pequeñas variaciones durante la conservación.

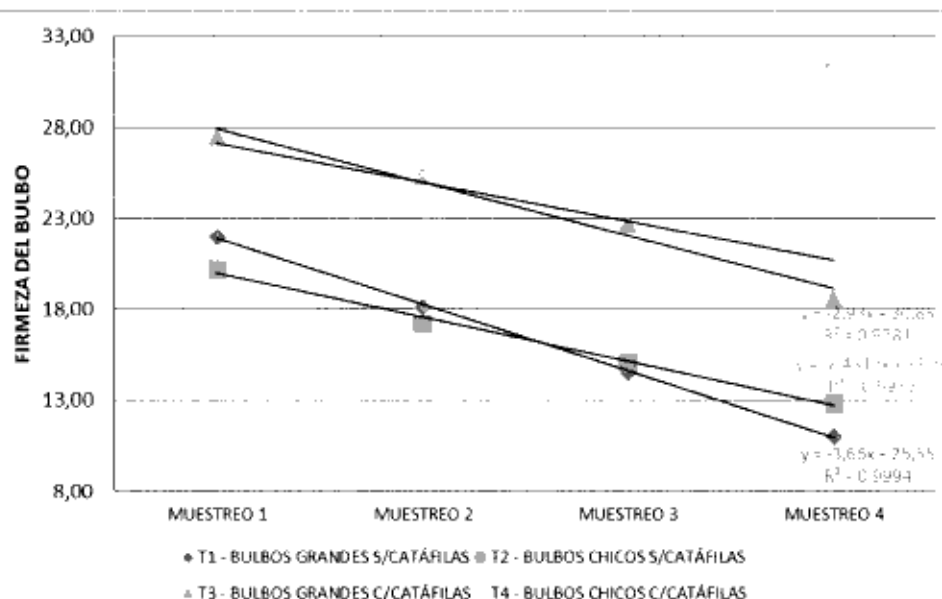


Figura XVIII. Cambios en la “firmeza” de los bulbos correspondientes a los cuatro tratamientos durante el periodo de conservación.

3. Análisis del Largo del Brote.

Se considera “largo de brote” a la longitud de las catáfilas más jóvenes que, cuando se cumple el primer ciclo del cultivo (cierre del cuello y senescencia de las láminas fotosintéticas), quedan encerradas en el centro del bulbo sin emerger.

2.1. Análisis del Largo del Brote inicial.

El ANOVA determinó que la interacción entre el tamaño de los bulbos y el estado de las catáfilas fue significativa ($P=0,0073$) (Tabla XII) por lo que se analizaron los niveles de un factor en cada nivel del otro.



Tabla XII. Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Largo del Brote inicial.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo Brote inicial	120	0,62	0,61	23,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31,68	3	10,56	63,41	<0,0001
Tamaño	10,69	1	10,69	64,16	<0,0001
Catáfilas	19,76	1	19,76	118,61	<0,0001
Tamaño*Catáfilas	1,24	1	1,24	7,46	0,0073
Error	19,32	116	0,17		
Total	51,01	119			

Quando se analizó el factor "estado de las catáfilas" en cada uno de los dos tamaños los resultados fueron los siguientes: Tanto en los bulbos grandes como en los chico, el brote fue más largo en los bulbos sin catáfilas que en los bulbos con catáfilas. $P < 0,0001$ y $P < 0,0001$ respectivamente, observándose en los bulbos de mayor tamaño, una manifestación del rebrote desde el cultivo, producto de una inhibición de la dormancia.



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Tabla XIII. Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos grandes con y sin catáfilas.

	Grupo 1 grande:s/cat.	Grupo 2 grande:c/cat.
n	30	30
Media	1,91	0,90
Media(1)-Media(2)	1,02	
LI(95)	0,81	
LS(95)	1,22	
pHomVar	0,0003	
T	9,76	
p-valor	<0,0001	

Tabla XIV. Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos chicos con y sin catáfilas.

	Grupo 1 Chico:s/cat	Grupo 2 Chico:c/cat
n	30	30
Media	2,31	1,70
Media(1)-Media(2)	0,61	
LI(95)	0,39	
LS(95)	0,82	
pHomVar	0,49	
T	5,70	
p-valor	<0,0001	



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

El análisis de los dos niveles de tamaño de los bulbos según "estado de las catáfilas. Tanto en los bulbos sin catáfilas como en los bulbos con catáfilas, el brote fue más largo en los bulbos chicos que en los grandes: $P=0,0013$ y $P<0,0001$ respectivamente.

Tabla XV Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos sin catáfilas grande y chicos.

	Grupo 1 S/Cat Grande	Grupo 2 S/cat Chico
n	30	30
Media	1,91	2,31
Media(1)-Media(2)	-0,39	
LI(95)	-0,63	
LS(95)	-0,16	
pHomVar	0,14	
T	-3,37	
p-valor	0,0013	

Tabla XVI. Comparación del Largo del Brote inicial entre bulbos con catáfilas grande y chicos.

	Grupo 1 C/Cat Grande	Grupo 2 C/cat Chico
n	30	30
Media	0,90	1,70
Media(1)-Media(2)	-0,80	
LI(95)	-0,99	
LS(95)	-0,61	
pHomVar	0,0043	
T	-8,64	
p-valor	<0,0001	

Esto podría explicarse porque los bulbos grandes tienen un mayor número de catáfilas reservantes, las que además de comprimir físicamente el desarrollo del brote, constituyen un destino muy fuerte de los fotoasimilados que son direccionados hacia sus propias reservas postergando del desarrollo del brote (proceso fisiológico fijado genéticamente para que luego, el desarrollo del brote, disponga de las reservas necesarias para su desarrollo)

En los bulbos chicos, la expansión del brote tiene menos resistencia y el llenado de un número menor de catáfilas reservantes, más pequeñas, podría genera una alteración hormonal que no inhibe suficientemente la elongación del brote.

Con respecto a la diferencia en el largo del brote entre bulbos pequeños y grandes según al estado de las catáfilas, se podría recurrir al mismo efecto de la resistencia física que generan, en este caso, las catáfilas de protección sobre la expansión de los tejidos internos.



2.2. Análisis del Largo del Brote Final.

Al finalizar el periodo de conservación el ANOVA del largo de brote determinó que la interacción entre los factores fue significativa ($P=0.0006$)(Tabla XVII).

Tabla XVII. Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) del Largo del Brote final.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo Brote final	120	0,41	0,39	12,31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,88	3	5,29	26,39	<0,0001
Tamaño	0,79	1	0,79	3,93	0,0497
Catáfilas	12,58	1	12,58	62,71	<0,0001
Tamaño*Catáfilas	2,51	1	2,51	12,51	0,0006
Error	23,26	116	0,2		
Total	39,14	119			

Por esa significancia, se analizaron los niveles de un factor en cada nivel del otro.

En los bulbos grandes, al igual que en los chicos, el largo del brote final fue mayor en los que no poseían catáfilas ($P<0,0001$ y $P=0,0028$ respectivamente).

Tabla XVIII. Comparación del Largo del Brote final entre bulbos grandes con y sin catáfilas.

	Grupo 1 grande:s/cat.	Grupo 2 grande:c/cat
n	30	30
Media	4,03	3,09
Media(1)-Media(2)	0,94	
LI(95)	0,70	
LS(95)	1,17	
pHomVar	0,027	
T	8,03	
p-valor	<0,0001	

Tabla XIX. Comparación del Largo del Brote final entre bulbos chicos con y sin catáfilas.

	Grupo 1 Chico:s/cat.	Grupo 2 Chico:c/cat
n	30	30
Media	3,90	3,54
Media(1)-Media(2)	0,36	
LI(95)	0,13	
LS(95)	0,59	
pHomVar	0,12	
T	3,13	
p-valor	0,0028	

Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

Los bulbos sin catáfilas salen de la dormancia antes que los que están protegidos por las catáfilas

Las cebollas presentan un periodo de dormancia que se caracteriza por una actividad respiratoria mínima y un crecimiento temporalmente detenido. Como son bianuales, producen un tallo vegetativo en su segundo año. La superación de la dormancia de los bulbos, se expresa en un rebrote foliar y radicular, es motivada por cambios bioquímicos y morfológicos. Este proceso determina que el producto sea no apto para la comercialización. Sin embargo, hay varios factores extrínsecos que podrían modificar la dormancia por ejemplo el estado de la cobertura catafilar, ya que cualquier factor de pre-maduración o durante el inicio de la senescencia vegetativa compromete el balance hormonal y dificulta el desarrollo normal de la dormancia.

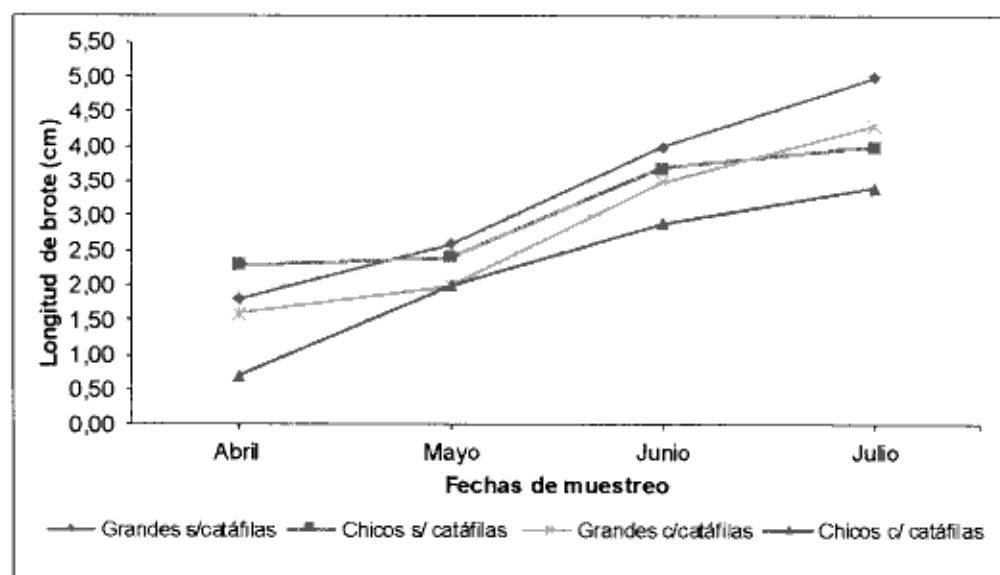


Figura XIX. Evolución del largo del brote correspondiente a los cuatro tratamientos durante el periodo de conservación.



4. Análisis de los Sólidos Solubles.

El valor de los SS es un indicador de la cantidad de azúcares almacenados en las catáfilas. El ANOVA que determina la interacción entre el contenido de sólidos soluble iniciales según tamaño de los bulbos y el estado de las catáfilas no fue significativa ($P=0,1833$) (Tabla XX) ($P=0,1833$), por lo que los factores se analizaron por separado.

4.1. Análisis de los Sólidos Solubles iniciales.

Los SS iniciales indican la cantidad de hidratos de carbono depositados en los tejidos al finalizar el primer ciclo del cultivo. Desde el punto de vista comercial tiene efecto sobre el sabor de las cebollas, y desde el punto de vista fisiológico, es importante porque tienen consecuencias en la tasa de brotación al iniciarse el segundo ciclo del cultivo. Para cuantificar los efectos del tamaño de los bulbos y de la presencia de catáfilas de protección se realizó el ANOVA de los datos experimentales (Tabla XIX).

Tabla XX. Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos x estado catafilar) de Sólidos Solubles iniciales.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SS inicial	120	0,25	0,23	10,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17,79	3	5,93	12,78	<0,0001
Tamaño	6,54	1	6,54	14,09	0,0003
Catáfilas	10,43	1	10,43	22,47	<0,0001
Tamaño*Catáfilas	0,83	1	0,83	1,79	0,1833
Error	53,82	116	0,46		
Total	71,62	119			



El Test de Student determinaron que los SS eran más elevados en los bulbos chicos ($P=0,0008$). Esto se podría atribuir a que las catáfilas reservantes de los bulbos de mayor tamaño tienen un mayor contenido de agua que los más pequeños. Si bien es cierto que los bulbos de mayor tamaño también tienen un mayor aparato fotosintético que produce fotoasimilados, sus catáfilas tienen un abundante parénquima acuífero capaz de almacenar grandes cantidades de agua que diluyen la concentración de los SS. En los bulbos más pequeños, esos parénquimas son de menor volumen.

Tabla XXI. Comparación del contenido de SS iniciales entre bulbos grandes y chicos.

	Grupo 1 Grandes	Grupo 2 Chicos
n	60	60
Media	6,02	6,48
Media(1)-Media(2)	-0,47	
LI(95)	-0,74	
LS(95)	-0,20	
pHomVar	0,30	
T	-3,44	
p-valor	0,0008	

El Test de Student determinaron que los SS eran más elevados en los bulbos sin catáfilas ($P<0,0001$) (Tabla XXI).



Tabla XXII. Comparación del contenido de SS iniciales entre bulbos con y sin catáfilas.

	Grupo 1 Sin catáfilas	Grupo 2 Con catáfilas
n	60	60
Media	6,54	5,95
Media(1)-Media(2)	0,59	
LI(95)	0,33	
LS(95)	0,85	
pHomVar	0,07	
T	4,48	
p-valor	<0,0001	

Esta diferencia tiene su fundamento en que la falta de catáfilas de protección o las lesiones en las mismas, durante el desarrollo del bulbo alteran el almacenamiento programado de agua. Las catáfilas coloreadas impermeabilizan la superficie del bulbo para retener el agua necesaria para el reinicio del ciclo luego de la dormancia. O sea, esa mayor concentración de SS en los bulbos dañados, en realidad es consecuencia de una menor retención de agua.

Así mismo, puede observarse que estos resultados son coincidentes con los de largo de brote y su mayor concentración se debe a que estas reservas ya están movilizándose hacia el centro para formar el mismo, debe considerarse que las muestras siempre se realizaron en base a la tercer catafila (desde el centro hacia afuera).



Análisis de la Varianza de SS final

Hacia el final del ciclo, se volvió a evaluar esta variable para determinar el efecto de los parámetros evaluados (tamaño y estado de las catáfilas de protección) sobre la concentración de SS luego de tres meses de almacenamiento en las condiciones ambientales del galpón donde se conservaron.

El ANOVA (Tabla XXII) determinó que la interacción de los dos factores involucrados no fue significativa por lo que los factores se analizaron por separado.

Tabla XXIII. Cuadro de Análisis de la Varianza de dos vías (tamaño de los bulbos por estado catafilar) de Sólidos Solubles finales.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SS final	120	0,07	0,04	6,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,31	3	0,77	2,77	0,04
Catáfilas	0,67	1	0,67	2,44	0,12
Tamaño	1,20	1	1,20	4,33	0,04
Catáfilas*Tamaño	0,43	1	0,43	1,56	0,21
Error	32,15	116	0,28		
Total	34,46	119			

En términos generales el contenido SS se incrementa con el tiempo en los bulbos almacenados. Esto se atribuye a que, pese a la impermeabilidad de las catáfilas protectoras, se genera una pérdida de agua por los cuellos. Pero además, debido a la bienalidad de la especie, transcurrido el período de dormancia, comienza la



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

transformación de los hidratos de carbono insolubles en solubles, para ser metabolizados en el rebrote del bulbo.

El Test de Student determinó que las diferencias en el contenido de SS finales entre bulbos grandes y chicos, es significativa ($P=0,0415$) (Tabla XXIII).

Tabla XXIV. Comparación del contenido de SS finales entre bulbos grandes y chicos.

	Grupo 1 Grande	Grupo 2 Chicos
n	60	60
Media	7,92	8,12
Media(1)-Media(2)	-0,20	
LI(95)	-0,39	
LS(95)	-0,01	
pHomVar	0,01	
T	-2,06	
p-valor	0,042	

Test de Student determinó que los bulbos con catáfilas continúan teniendo mayores concentraciones de SS que los sin catáfilas ($P=0,1274$) (TABLA XXIV)

Tabla XXV. Comparación del contenido de SS finales entre bulbos con y sin catáfilas.

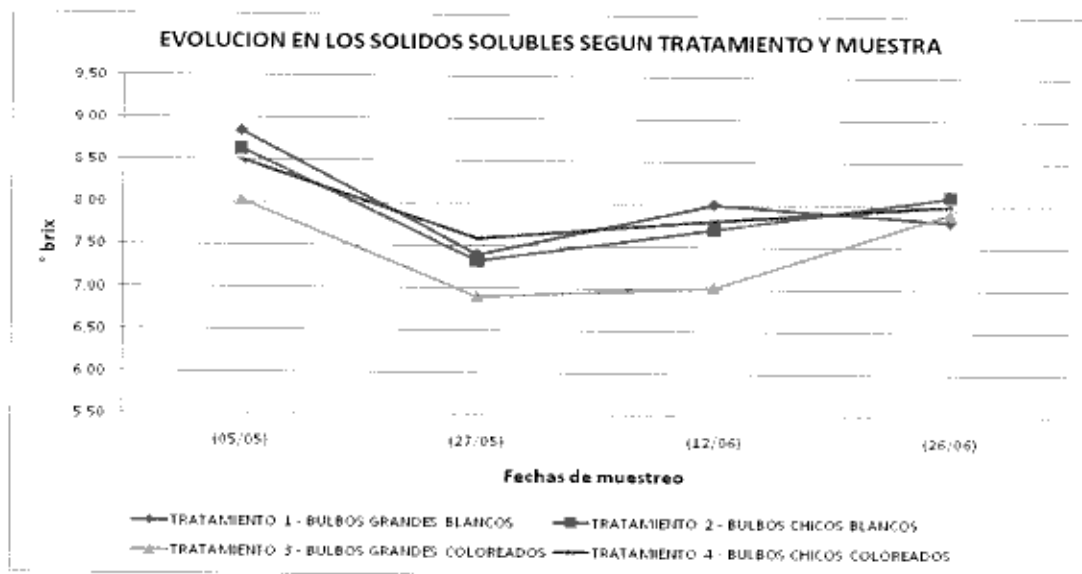
	Grupo 1 s/cat.	Grupo 2 c/cat.
n	60	60
Media	7,94	8,09
Media(1)-Media(2)	-0,15	
LI(95)	-0,34	
LS(95)	0,04	
pHomVar	0,74	
T	-1,54	
p-valor	0,13	

Como se señaló anteriormente, el inicio del rebrote, tal como se pudo comprobar al analizar "largo del brote", se inició durante el período de conservación. Cabe señalar que la muestra a analizar fue tomada siempre sobre la tercer catafila (contando desde el centro del bulbo) por lo que su evolución se corresponde con la evolución del largo de brote por la migración de estas reservas para formar el mismo.

Este fenómeno, que se traduce metabólicamente en el incremento de los SS y su posterior consumo por la reactivación de la división celular, generó también que el valor de los SS se incrementa en ambos estados de las catáfilas. Ese proceso de transformación de los sólidos insolubles en solubles, está regulado, entre otras cosas, por la adecuada disponibilidad de agua en los tejidos. En este experimento, en los bulbos sin catáfilas, la deshidratación de los tejidos internos fue inevitable por falta de protección. Por ello, se infiere que la tasa de transformación fue más lenta y se anulaban las diferencias marcadas en el inicio.

Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Figura XX. Evolución en los sólidos solubles correspondiente a los cuatro tratamientos durante el periodo de conservación.





Conclusiones

Del análisis de los resultados se puede aceptar solo una parte de la Hipótesis principal planteada, se reafirma que la cobertura catafilar es el factor interactuante y explicativo de las variaciones observadas en la duración de la vida útil de los bulbos que influyen en pérdida de calidad comercial durante la post- cosecha, mientras que el tamaño del bulbo, sea chico o grande, no es un factor determinante para la pérdida de la calidad, en el análisis de los diversos parámetros se comportaron de diferente manera, no existió una tendencia de disminución de calidad en función del tamaño.

La hipótesis secundaria H_1 que afirmaba que las cebollas de menor calibre tienen mayor vida útil comercial que las de mayor calibre, **es rechazada**, la vida útil comercial no está relacionada con el calibre de los bulbos.

En los resultados no existe una tendencia de mantener todos los parámetros de calidad hacia el final del almacenamiento en bulbos chicos.

La H_2 que hacía referencia a que las cebollas peladas o con catáfilas dañadas tendrían menor vida útil comercial que las que conservan en buen estado su cobertura catafilar externa. Esta hipótesis **es aceptada** dado que las cebollas con las catáfilas sanas registraron una menor disminución en los parámetros de calidad, permitiendo mantener una mayor vida útil comercial que los bulbos sin catáfilas.

Por último la hipótesis secundaria H_3 que afirmaba que el factor cobertura sería más incidente que el factor tamaño en la pérdida de calidad comercial de las cebollas, durante la pos-cosecha, **es aceptada**, los resultados demostraron que el factor determinante de la pérdida de la calidad comercial son las catáfilas protectoras del bulbo, mientras que el tamaño no condiciona la calidad durante el almacenamiento.

En función del trabajo de tesis se recomienda, que las cebollas peladas deberían ser comercializadas rápidamente, independientemente de su tamaño. Mientras que las cebollas que conservan su cobertura catafilar brindan al productor un



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

periodo de tiempo mayor, sin perder sus características organolépticas aceptables para ser comercializadas, permitiendo una mayor especulación respecto al momento, destino y precio de venta.



Tesis de grado
Agustina Saldías Kloster

Bibliografía

- Banuu Priya E. P., Sinja V. R., Alice R. P. J. S., Shanmugasundaram S. and Alagusundaram K. 2014. Storage of Onion – a Review. *Agricultural Reviews* 35: 239 – 249.
- Brewster J. L. 2001. Las cebollas y otros *Alliums*. Ed. ACRIBIA S.A. Pag. 243.
- De Matos A. T., Finger F. L. y Dalpasquale V. A. 1997. Perda de Matéria Fresca e Isotermas de Sorcao em Bulbos de Cebola. *Pesq. Agrop. Bras.* 32: 235 -238.
- Municipalidad de Viedma. 2005. Guía de inversiones 2005. 71 pág.
- van Konijnenburg, A; Martinez ,R. 2005. Cebolla en el norte de la Patagonia técnicas disponibles para una producción exitosa, manual de información técnica N°4 de la estación experimental agropecuaria del Valle Inferior de Rio Negro convenio IDEVI-INTA. 43 pág.
- Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires. 2010. Cebolla. En http://www.agro.uba.ar/apuntesno_2hortalizas.htm (ultimo acceso 04/4/2012)
- Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires. 2010. Cebolla. En http://www.agro.uba.ar/apuntesno_2hortalizas.htm (ultimo acceso 04/4/2012).
- JAIME L., MOLLA E., FERNANDEZ A., MARTÍN CABREJAS M., LÓPEZ ANDREÁU F., y ESTEBAN R. 2002. Structural Carbohydrate Differences and Potential Source of Dietary Fiber of Onion (*Allium cepa* L.) Tissues. *J. Agric. Food Chem.* 50, 122-128



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

- Vivas, D; Pzelj, JC. 2010. En www.quequensa.com.
- http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sello/sistema_protocolos/SAA019_Cebollas_V07.pdf (Último acceso 04/04/2012)
- Gonzalez , M. V.; Mirave, J. P.; Saluzzo, J. A.; Rattin, J. & Tognetti, J. A. Revista FAVE - Ciencias Agrarias 4 (1-2) 2005 Relacion entre el tamaño y la conservación de bulbos de cebolla para diferentes cultivares y condiciones de almacenamiento.
- FAO. 1989. Preventio of post-harvest food losses. Fruit, vegetables and roots crops. A training manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. ISBN 92-5-102766-8.
- Miedema P. 1994. Bulb dormancy in onion. I. The effect of temperature and cultivar on sprouting and rooting. Journal of Horticultural Science 69: 29 – 39.
- POSCOSECHA DE CEBOLLA EN URUGUAY Editor: Sergio Carballo* Boletín de Divulgación N°89 © 2005, INIA ISBN: 9974 - 38 - 210 - 6 Editado por la Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA. Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay Página Web: <http://www.inia.org.uy>
- SAGPyA. 2009. Resolución 130/2009. PROTOCOLO DE CALIDAD PARA CEBOLLAS FRESCAS.
- Stow J. R. 1975. Effects of humidity on losses of bulbs of onion (*Allium cepa*) stored at high temperature. Experimental Agriculture 11: 81 – 87.
- Wright P. J. and Grandt D. G. 1997. Effects of cultural practice at harvest on onion quality and incidence of rots in storage. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 50: 353 – 358.



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

- Yoo K. S., Andersen C. R. and Pike L. M. 1997. Internal Concentration in onion bulbs at different storage temperatures and in response to sealing of neck and base. *Postharvest Biology and Technology*; 12: 157 – 163.

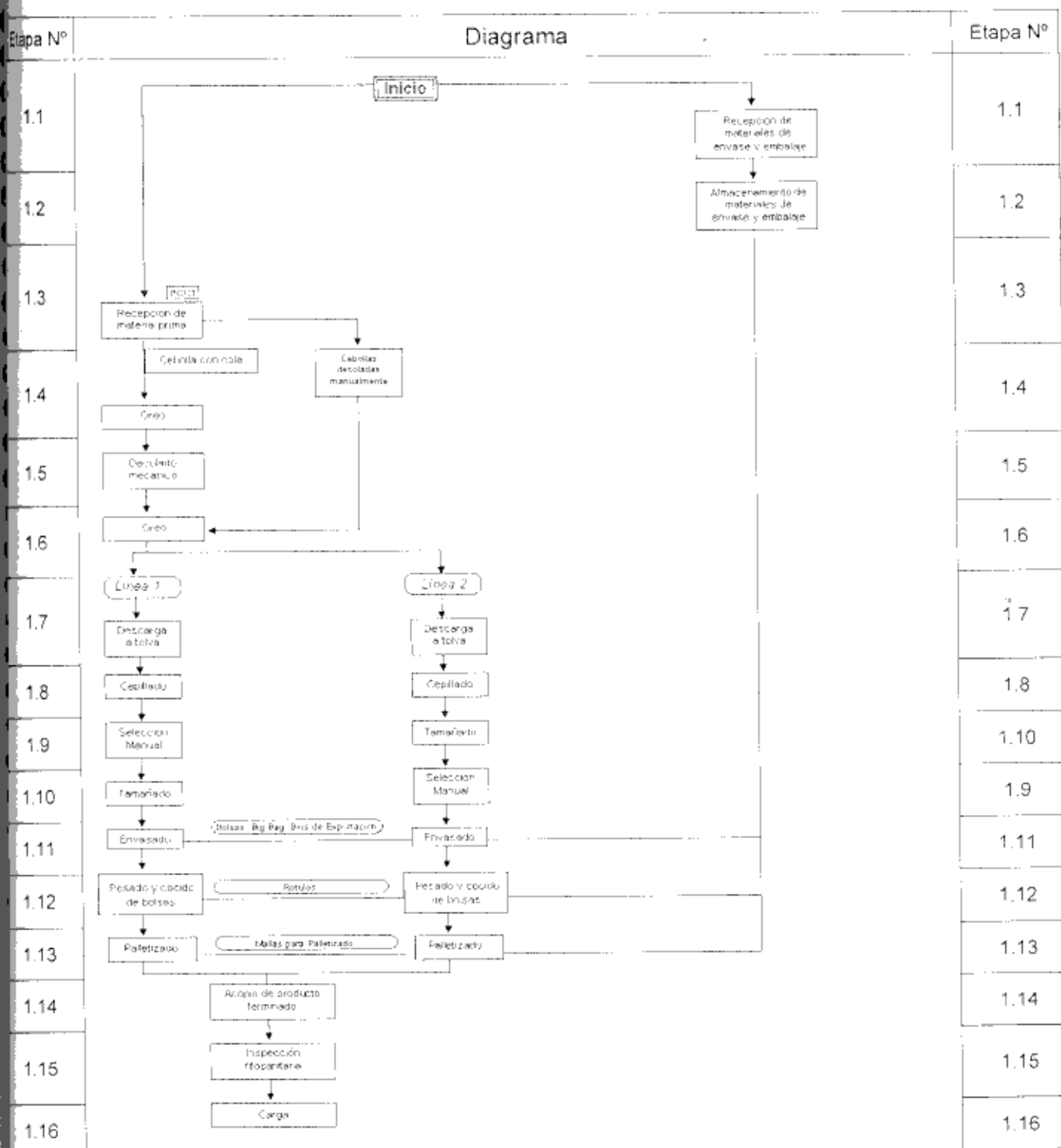


Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Anexos



Anexo I





Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

Anexo II

Información mensual promedio del Datalogger

Date Time	Temp (*F) (1)	Temp (*C) (1)	RH (%) (1,2)	Dew Point (*F) (1,2)	Dew Point (*C) (1,2)	Abs Humidity (gm/M3) (1,2)	Uncomp RH (%) (2)
ABRIL	64,48	18,04	23,93	26,82	-2,88	3,72	23,60
MAYO	54,61	12,56	30,09	23,74	-4,59	3,34	27,58
JUNIO	46,78	8,21	33,40	19,48	-6,96	2,81	28,88
JULIO	51,31	10,73	29,04	19,87	-6,74	2,98	25,69
AGOSTO	63,43	17,46	23,47	25,50	-3,61	3,52	23,40
SEP	65,97	18,87	23,40	27,57	-2,46	3,79	23,40



Anexo III

Tablas con el registro de los datos sujetos a análisis, según cada fecha de muestreo

1º Muestreo 24/04

TRATAMIENTO 1 - BULBOS GRANDES BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	75	22	2	Blanco	6,8
2	81	22	2,5	Blanco	6,3
3	92	25	1	Blanco	6,5
4	75	20	1,6	Blanco	6
5	80	20	1,6	Blanco	6,5
6	80	21	2	Blanco	7
7	77	20	2	Blanco	7,2
8	80	20	1,8	Blanco	6,5
9	82	24	1,3	Blanco	7
10	80	20,5	1	Blanco	6,3
11	76	24	2,9	Amarillo	6
12	83	25	2	Blanco	5,5
13	80	20	2,5	Blanco	5,3
14	82	23	1,7	Blanco	5,9
15	82	24	1,4	Blanco	6,2
16	80	18	1,6	Blanco	5,8
17	85	20	2,3	Blanco	7
18	79	20	1,8	Blanco	5,6
19	80	23	2,4	Blanco	6
20	79	20	2	Blanco	5,7
21	76	22	2,2	Blanco	6,5
22	76	22	1,8	Blanco	6,4
23	80	24	1,3	Blanco	5,2
24	93	26	2,8	Amarillo	7
25	80	23	2,7	Blanco	7
26	78	21	1,9	Blanco	6
27	84	24	2	Blanco	6,1
28	82	22	1,5	Blanco	5,6
29	80	21,5	1,3	Blanco	6,2
30	80	23	2,5	Blanco	5,7



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 2 - BULBOS CHICOS BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	60	18	2,8	Verde Limon	8
2	60	19	1,5	Blanco	6
3	61	20	1,5	Blanco	5,8
4	58	24	2,5	Verde Limon	7
5	74	21	2	Amarillo	6,5
6	57	20	2,2	Amarillo	5,8
7	55	19	2	Amarillo	6,4
8	63	18	1,5	Amarillo	6
9	62	22	2,5	Amarillo	6,5
10	65	21	3	Verde Limon	6,3
11	65	21	2,6	Blanco	5,5
12	60	18	2,4	Amarillo	6,2
13	67	22	2,2	Amarillo	7,8
14	61	17,5	2,8	Blanco	6
15	61	18	2	Amarillo	8
16	60	19	2,5	Amarillo	8,2
17	65	22	2,6	Amarillo	8,2
18	60	23	2,5	Amarillo	8,3
19	62	19	2,4	Amarillo	7
20	65	20	1,9	Blanco	6,8
21	61	23	2,5	Amarillo	7,2
22	67	17,5	2,4	Amarillo	7,8
23	69	21,5	2,5	Amarillo	7,5
24	63	22	2,3	Amarillo	5,4
25	56	20	2	Amarillo	6
26	62	19	2	Blanco	7
27	65	20	2,7	Amarillo	6,5
28	72	18,5	2,3	Blanco	7,2
29	61	22	2,4	Amarillo	6,8
30	72	21	2,7	Verde Limon	8,1



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 3 - BULBOS GRANDES COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	79	24,21	1,16	Amarillo	6,324
2	90	29,48	0,69	Blanco	5,58
3	80	28,43	1,16	Blanco	5,766
4	92	30,53	0,58	Blanco	6,045
5	85	28,43	0,69	Blanco	7,44
6	92	31,59	1,16	Blanco	6,975
7	86	27,37	0,75	Blanco	7,068
8	89	28,43	0,46	Blanco	4,743
9	89	28,43	0,87	Blanco	5,859
10	84	27,37	0,52	Blanco	6,138
11	91	30,54	0,87	Blanco	6,696
12	84	26,33	0,81	Blanco	4,65
13	84	25,27	0,87	Blanco	4,65
14	79	24,22	0,81	Blanco	5,766
15	81	26,33	0,87	Blanco	4,743
16	84	26,33	1,16	Blanco	5,58
17	90	29,48	0,46	Blanco	4,929
18	84	27,38	0,58	Blanco	4,65
19	81	25,27	1,27	Amarillo	6,603
20	82	27,38	1,1	Blanco	5,766
21	79	24,22	1,33	Blanco	6,603
22	84	26,33	1,16	Blanco	5,859
23	85	27,38	1,04	Blanco	5,58
24	83	25,27	1,04	Blanco	5,673
25	92	31,59	1,21	Amarillo	6,324
26	84	26,33	1,04	Blanco	6,045
27	88	27,37	0,98	Blanco	5,859
28	79	25,27	0,87	Blanco	5,58
29	82	26,32	0,92	Blanco	5,766
30	90	30,53	0,52	Blanco	4,929



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 4 - BULBOS CHICOS COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	69	25	2,464	Amarillo	6,4
2	60	27	1,32	Blanco	5,76
3	61	32	1,012	Blanco	6,08
4	58	27	2,2	Amarillo	5,6
5	70	29	1,76	Amarillo	6,24
6	60	28	1,32	Blanco	6,4
7	68	25	1,76	Blanco	6,08
8	63	24	1,32	Blanco	6,4
9	62	27	1,76	Amarillo	6,4
10	65	27	1,76	Blanco	6
11	65	29	0,88	Blanco	5,6
12	60	28	1,76	Amarillo	5,6
13	67	30	1,848	Amarillo	6,24
14	61	27	1,32	Blanco	5,76
15	61	22	1,76	Blanco	6,4
16	60	25	2,2	Amarillo	6,56
17	65	25	2,288	Amarillo	6,56
18	60	24	2,2	Amarillo	6,64
19	62	23	1,76	Blanco	5,6
20	65	29	1,32	Blanco	5,44
21	61	27	1,76	Amarillo	5,76
22	67	27	2,112	Amarillo	6,88
23	56	26	2,2	Amarillo	6,88
24	63	25	0,88	Blanco	5,84
25	56	26	2,464	Amarillo	6,96
26	62	29	1,76	Blanco	5,6
27	65	30	1,32	Blanco	5,84
28	54	26	1,76	Blanco	5,76
29	61	25	1,32	Blanco	6
30	60	25	1,76	Blanco	5,84



2º Muestreo 19/05

TRATAMIENTO 1 - BULBOS GRANDES BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	71,2	19,8	2,5	Amarillo	7,26
2	65,9	17,9	2,9	Amarillo	7,50
3	61,4	18,9	3,0	Amarillo	7,38
4	66,8	18,4	3,1	Amarillo	7,14
5	63,4	17,4	2,0	Blanco	8,57
6	64,1	16,0	2,4	Blanco	8,33
7	65,1	17,9	2,2	Blanco	8,21
8	69,4	19,7	1,9	Blanco	7,97
9	70,3	17,5	2,5	Amarillo	7,85
10	67,6	16,6	3,2	Amarillo	8,69
11	68,4	17,9	3,0	Amarillo	8,81
12	78,3	18,9	3,0	Amarillo	8,21
13	63,5	17,4	2,9	Amarillo	8,33
14	69,3	16,7	2,0	Amarillo	7,14
15	67,6	17,9	3,2	Amarillo	7,14
16	68,5	19,8	2,9	Amarillo	8,45
17	71,2	18,9	3,4	Verde Limon	7,26
18	67,2	20,6	2,5	Amarillo	7,74
19	67,6	17,4	2,5	Amarillo	8,09
20	64,3	17,9	2,7	Amarillo	8,33
21	65,9	17,2	3,2	Verde Limon	8,21
22	70,3	18,2	2,4	Amarillo	7,14
23	68,5	18,9	3,0	Amarillo	7,50
24	69,0	19,3	2,0	Amarillo	7,38
25	67,6	19,7	3,1	Amarillo	7,14
26	78,6	16,4	2,0	Amarillo	8,33
27	69,4	17,2	2,6	Amarillo	7,74
28	64,1	17,0	2,6	Amarillo	7,14
29	68,4	17,9	3,3	Amarillo	7,50
30	67,5	17,9	2,9	Amarillo	7,38



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 2 - BULBOS CHICOS BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	50,45	16,8	3,06	Verde	7,26
2	52,32	16,9	2,29	Amarillo	7,46
3	54,18	17	2,77	Amarillo	7,36
4	51,38	16,5	2,01	Amarillo	7,26
5	45,78	15	1,82	Amarillo	7,15
6	52,32	16,8	2,58	Verde Limon	8,81
7	52,32	16,9	2,39	Amarillo	7,05
8	54,18	17,4	2,10	Amarillo	7,26
9	56,05	18,5	2,87	Verde Limon	8,50
10	51,38	16,5	2,39	Amarillo	6,74
11	49,51	16,4	1,91	Amarillo	7,46
12	48,58	16,4	1,72	Amarillo	6,64
13	55,12	18,2	1,91	Amarillo	7,15
14	50,45	16,7	2,39	Amarillo	7,46
15	57,92	19	2,68	Amarillo	8,19
16	54,18	18	2,87	Verde Limon	8,81
17	51,38	16,9	2,87	Verde Limon	8,71
18	50,45	16,5	2,29	Amarillo	8,19
19	53,25	17	2,20	Amarillo	7,78
20	56,99	18,1	1,80	Blanco	6,01
21	55,12	17,9	2,77	Amarillo	8,09
22	57,92	18	2,29	Amarillo	7,78
23	54,18	17,8	2,20	Amarillo	7,26
24	49,51	16,5	2,77	Amarillo	8,40
25	52,32	16,2	2,39	Amarillo	7,78
26	53,25	16,9	2,77	Verde Limon	8,81
27	56,99	17,8	2,68	Verde Limon	8,71
28	56,05	17,8	2,77	Amarillo	8,09
29	53,25	17,5	2,40	Amarillo	7,26
30	53,25	17,5	2,10	Amarillo	7,57



TRATAMIENTO 3 - BULBOS GRANDES COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	77,3	25,36	2,1	Amarillo	7,04
2	78,3	27,19	2	Amarillo	6,94
3	81,2	25,05	1,5	Blanco	6,00
4	75,4	22,32	2,3	Amarillo	7,25
5	78,3	26,37	2	Amarillo	7,14
6	79,3	27,39	1,9	Blanco	6,11
7	77,3	25,56	1,8	Blanco	6,21
8	75,4	23,33	2,5	Verde Limon	8,28
9	76,4	23,33	2,2	Amarillo	7,14
10	79,3	26,88	2,4	Amarillo	7,25
11	82,2	27,90	1,8	Blanco	6,00
12	81,2	26,37	1,7	Blanco	6,11
13	78,3	24,04	2,1	Amarillo	7,35
14	77,3	25,36	2	Amarillo	7,14
15	77,3	25,16	1,9	Blanco	6,94
16	76,4	22,32	2,3	Amarillo	7,56
17	75,4	23,33	1,7	Blanco	6,21
18	79,3	25,36	2,4	Amarillo	7,35
19	80,2	27,39	1,7	Blanco	6,42
20	77,3	24,04	2	Verde Limon	8,18
21	76,4	24,34	2	Amarillo	7,25
22	79,3	26,37	2,1	Amarillo	7,35
23	78,3	24,34	2	Amarillo	7,35
24	77,3	25,05	1,9	Blanco	7,04
25	76,4	23,33	1,7	Blanco	6,73
26	82,2	27,29	2	Blanco	6,94
27	72,5	24,34	2,3	Amarillo	7,45
28	77,3	25,97	2	Amarillo	7,25
29	78,3	26,37	1,9	Blanco	6,73
30	79,3	27,39	2,4	Amarillo	7,66



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 4 - BULBOS CHICOS COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	58,80	24,54	2,97	Verde Limon	8,24
2	58,80	26,68	1,59	Amarillo	6,18
3	65,21	27,74	1,22	Blanco	5,97
4	62,00	25,61	2,65	Verde Limon	7,21
5	60,93	26,68	2,12	Amarillo	6,69
6	56,66	22,41	1,59	Blanco	5,97
7	60,93	26,68	2,12	Amarillo	6,59
8	57,73	25,61	1,59	Amarillo	6,18
9	66,28	28,81	2,12	Amarillo	6,69
10	55,59	22,41	2,12	Amarillo	6,49
11	62,00	26,68	1,06	Blanco	5,66
12	57,73	24,54	2,12	Amarillo	6,38
13	58,80	25,61	2,23	Amarillo	8,03
14	56,66	22,41	1,59	Blanco	6,18
15	58,80	23,47	2,12	Blanco	8,24
16	64,14	26,68	2,65	Amarillo	8,44
17	62,00	26,68	2,76	Verde Limon	8,44
18	60,93	25,61	2,65	Amarillo	8,55
19	57,73	24,54	2,12	Amarillo	7,21
20	62,00	23,47	1,59	Blanco	7,00
21	56,66	27,74	2,12	Amarillo	7,41
22	59,86	25,61	2,54	Amarillo	8,85
23	59,86	25,61	2,65	Verde Limon	8,85
24	57,73	24,54	1,06	Blanco	5,56
25	59,86	25,61	2,97	Verde Limon	8,96
26	58,80	21,34	2,12	Amarillo	7,21
27	56,66	26,68	1,59	Blanco	6,69
28	57,73	24,54	2,12	Amarillo	7,41
29	60,93	26,68	1,59	Amarillo	7,00
30	58,80	26,68	2,12	Amarillo	7,52

3º Muestreo 12/06

TRATAMIENTO 1 - BULBOS GRANDES BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	50,7	13,52	4,0	Verde Limon	8,67
2	51,5	13,96	3,3	Amarillo	8,56
3	49,9	14,05	3,6	Amarillo	8,34
4	55,4	14,93	4,0	Amarillo	8,78
5	53,8	13,87	4,7	Verde	8,78
6	56,2	15,19	4,7	Verde Limon	9,45
7	49,1	13,43	4,9	Verde	8,67
8	53,8	14,84	3,9	Amarillo	8,67
9	57,7	15,80	3,7	Amarillo	8,67
10	53,0	14,49	4,0	Verde Limon	10,12
11	53,8	14,93	4,1	Verde Limon	8,56
12	57,7	15,98	3,2	Amarillo	8,90
13	56,9	15,80	4,0	Amarillo	8,34
14	51,5	14,93	4,9	Verde	8,56
15	47,6	13,43	5,1	Verde	8,56
16	48,4	13,52	4,7	Verde Limon	8,90
17	53,0	14,31	4,7	Verde Limon	9,23
18	55,4	14,93	3,5	Amarillo	8,45
19	56,9	15,10	3,3	Amarillo	8,34
20	53,8	14,75	3,6	Amarillo	8,67
21	50,7	14,05	3,7	Amarillo	8,78
22	48,4	13,17	4,4	Verde Limon	8,23
23	56,2	14,93	3,5	Amarillo	8,12
24	55,4	14,93	3,3	Amarillo	8,34
25	53,8	14,66	4,1	Verde Limon	10,01
26	52,3	14,66	4,3	Verde Limon	9,67
27	50,7	13,61	4,0	Amarillo	8,45
28	52,3	14,22	3,9	Verde Limon	9,79
29	52,3	14,49	4,0	Verde Limon	10,12
30	55,4	14,93	3,7	Amarillo	8,67

TRATAMIENTO 2 - BULBOS CHICOS BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	42,07	14,8	2,9	Verde Limon	8,5
2	44,75	15,3	2,6	Verde Limon	8,5
3	46,54	16	2,3	Amarillo	8,6
4	43,86	15	2,8	Verde Limon	9
5	42,96	14,9	3,5	Verde	7,9
6	46,54	15,4	2,7	Verde	8,3
7	42,07	14,8	2,8	Verde	9
8	41,17	14,6	2,5	Amarillo	8,2
9	47,44	16	2,5	Amarillo	8,3
10	41,17	14,5	2,9	Verde Limon	8,8
11	42,96	14,9	3	Verde Limon	8,7
12	42,07	14,7	3,2	Verde	8
13	43,86	15	2,3	Amarillo	8,9
14	45,65	15,5	2,9	Verde Limon	8,7
15	44,75	15,7	2,3	Amarillo	7,8
16	46,54	16	2,7	Verde Limon	8,9
17	43,86	14,8	2,9	Verde Limon	8,9
18	42,07	14,5	3	Verde Limon	9
19	42,96	14,6	2,8	Verde Limon	9,1
20	48,33	16,2	2,6	Amarillo	7,9
21	46,54	15,4	2,7	Verde Limon	8,7
22	43,86	15	2,7	Verde Limon	8,6
23	41,17	14,5	2,6	Amarillo	8,85
24	42,07	14,6	3	Verde Limon	8,9
25	42,96	14,7	2,8	Verde Limon	8,9
26	47,44	15,3	2,7	Verde Limon	8,7
27	44,75	15,2	2,4	Amarillo	9
28	45,65	15,4	2,6	Amarillo	8,5
29	42,07	14,5	2,9	Verde Limon	8,9
30	40,28	14,2	2,7	Verde Limon	9

TRATAMIENTO 3 - BULBOS GRANDES COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	68,49	22,31	3,3	Verde Limon	8,52
2	72,30	25,50	2,9	Amarillo	7,55
3	71,35	24,44	3,4	Verde Limon	7,45
4	70,40	23,38	3,2	Verde Limon	8,23
5	68,49	21,78	3,7	Verde	7,74
6	74,20	26,56	2,3	Amarillo	7,65
7	71,35	24,44	3,4	Verde Limon	8,13
8	67,54	22,31	2,9	Amarillo	7,45
9	73,25	24,44	2,4	Amarillo	7,26
10	70,40	23,38	3,2	Verde Limon	8,32
11	67,54	20,72	3,1	Verde Limon	8,32
12	69,44	21,14	2,9	Amarillo	7,36
13	71,35	21,25	2,7	Amarillo	7,45
14	73,25	25,50	2,6	Amarillo	7,45
15	71,35	21,25	2,9	Amarillo	7,26
16	68,49	21,25	3,4	Verde Limon	8,42
17	70,40	23,38	2,9	Amarillo	7,55
18	72,30	24,44	2,8	Amarillo	7,74
19	67,54	21,25	3,4	Verde Limon	8,61
20	66,59	22,31	3,6	Verde	8,52
21	71,35	23,38	3,2	Verde Limon	8,61
22	64,69	19,87	3,7	Verde	7,74
23	70,40	21,25	3,3	Verde Limon	8,61
24	71,35	21,78	2,9	Amarillo	7,74
25	72,30	21,25	2,8	Amarillo	7,65
26	71,35	21,25	2,9	Verde Limon	9,10
27	68,49	21,04	3,3	Verde Limon	8,90
28	70,40	23,38	3,1	Verde Limon	8,71
29	70,40	24,44	3,1	Verde Limon	8,61
30	69,44	22,31	3,4	Verde	8,23

TRATAMIENTO 4 - BULBOS CHICOS COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	40,00	15,39	1,44	Amarillo	6,92
2	57,45	26,18	3,22	Amarillo	8,17
3	55,15	24,99	3,50	Amarillo	8,39
4	51,71	23,80	3,92	Verde Limon	9,04
5	56,30	24,99	3,36	Amarillo	8,17
6	51,71	20,83	4,06	Verde Limon	9,15
7	52,85	21,42	3,78	Amarillo	8,49
8	59,75	26,18	2,52	Blanco	7,41
9	58,60	26,18	3,36	Amarillo	8,49
10	54,00	22,61	3,78	Verde Limon	9,47
11	55,15	22,61	3,64	Amarillo	8,49
12	57,45	25,59	3,50	Amarillo	8,06
13	56,30	23,80	3,50	Amarillo	8,17
14	58,60	24,99	3,22	Amarillo	8,17
15	54,00	22,61	3,36	Amarillo	8,28
16	52,85	21,42	3,36	Amarillo	8,39
17	50,56	20,23	4,48	Verde Limon	9,47
18	57,45	23,80	3,50	Amarillo	8,28
19	59,75	26,18	3,08	Amarillo	8,49
20	58,60	24,99	3,08	Amarillo	8,17
21	52,85	21,42	3,92	Verde Limon	9,26
22	54,00	22,02	3,78	Verde Limon	8,93
23	55,15	22,61	3,64	Amarillo	8,28
24	60,90	26,78	2,52	Blanco	7,19
25	51,71	20,83	3,92	Verde Limon	9,47
26	52,85	21,42	3,78	Amarillo	7,84
27	57,45	22,61	3,50	Amarillo	8,28
28	59,75	26,18	2,94	Amarillo	8,49
29	54,00	20,83	4,06	Verde Limon	9,80
30	54,00	20,83	3,78	Verde Limon	9,47



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

4º Muestreo 08/07

TRATAMIENTO 1 - BULBOS GRANDES BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	37,57	10,31	5,69	Verde	7,6
2	43,03	11,79	3,93	Verde Limon	8,1
3	38,93	10,54	4,34	Verde Limon	5,6
4	37,57	10,23	5,56	Verde	7,5
5	39,61	10,93	5,28	Verde	7,4
6	40,98	11,56	4,74	Verde Limon	8,6
7	39,61	10,86	5,15	Verde	7,7
8	40,30	10,93	5,01	Verde	7,8
9	41,66	11,72	5,01	Verde	7,6
10	38,25	10,31	5,42	Verde Limon	8,8
11	42,35	11,72	4,74	Verde Limon	8,7
12	42,35	11,56	5,01	Verde	7,5
13	40,98	10,93	5,15	Verde	7,5
14	41,66	11,01	5,15	Verde	7,6
15	38,93	10,54	5,15	Verde	7,9
16	39,61	10,62	5,42	Verde	8,2
17	38,93	10,86	5,28	Verde	7,5
18	38,25	10,70	5,56	Verde	7,8
19	42,35	11,56	3,79	Amarillo	7,5
20	43,03	11,79	3,93	Amarillo	7,6
21	40,98	11,40	4,88	Verde Limon	8,5
22	40,30	10,86	5,28	Verde	7,6
23	39,61	10,70	5,01	Verde	7,9
24	37,57	10,31	5,83	Verde	7,8
25	38,25	10,54	5,42	Verde	7,7
26	41,66	11,56	3,93	Verde Limon	8,3
27	40,98	11,48	5,15	Verde	7,6
28	38,93	10,62	5,42	Verde	7,6
29	38,25	10,54	5,56	Verde	7,4
30	41,66	11,64	5,01	Verde Limon	8,6



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 2 - BULBOS CHICOS BLANCOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	35,20	13,2	3,5	Verde	7,9
2	34,34	13	2,9	Verde	7,8
3	36,92	14	2,8	Verde	8,1
4	36,92	13,8	2,8	Verde	8,2
5	36,06	13,4	3,2	Verde	8
6	34,34	10	2,7	Verde Limon	9
7	34,34	11	3,2	Verde	7,8
8	38,63	12	3,1	Verde	8
9	36,06	13,7	2,7	Verde Limon	8,9
10	37,77	14,1	3,2	Verde	8,2
11	35,20	13,8	3,1	Verde	8,1
12	36,92	13,2	3,2	Verde	7,7
13	36,06	11	3	Verde	7,9
14	35,20	13,1	2,9	Verde	8,3
15	36,06	13,7	3	Verde	8
16	36,06	13,6	2,8	Verde	8,1
17	36,92	13,8	3	Verde	7,8
18	38,63	14,4	3,2	Verde	7,7
19	39,49	11	3,1	Verde	7,9
20	35,20	13,5	2,5	Verde Limon	8,8
21	38,63	13,8	2,6	Verde Limon	8,8
22	36,92	12	3,1	Verde	7,9
23	34,34	12,8	3,4	Verde	7,9
24	35,20	12	3,3	Verde	7,8
25	35,20	12	3,1	Verde	7,5
26	39,49	11	2,7	Verde	8
27	37,77	11	2,9	Verde	8
28	36,06	13,4	2,7	Verde Limon	9
29	35,20	13,6	3,4	Verde	8,1
30	36,92	13,2	3,6	Verde	7,9



Tesis de grado
Agustina Saldias Kloster

TRATAMIENTO 3 - BULBOS GRANDES COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	54,622	17,8	2,5	Verde Limon	3,2
2	57,265	18	3,1	Verde	4,0
3	55,503	17,7	3	Verde	3,8
4	59,908	18,1	2,6	Verde Limon	3,3
5	57,265	17,6	2,8	Verde	3,6
6	60,789	20	2,9	Verde	3,7
7	55,503	17,8	2,4	Verde Limon	3,1
8	58,146	21	3,1	Verde	4,0
9	56,384	17,7	3,2	Verde	4,1
10	56,384	16	3	Verde	3,8
11	55,503	18,5	2,9	Verde	3,7
12	54,622	17,9	2,7	Verde	3,5
13	55,503	16	2,5	Verde Limon	3,2
14	55,503	17,6	2,6	Verde Limon	3,3
15	56,384	18,2	2,9	Verde	3,7
16	59,027	20	3	Verde	3,8
17	59,908	19,5	2,7	Verde	3,5
18	57,265	20	2,8	Verde	3,6
19	57,265	20,5	2,9	Verde	3,7
20	55,503	17	3,1	Verde	4,0
21	56,384	17,8	3,1	Verde	4,0
22	57,265	19	2,8	Verde	3,6
23	59,908	21,2	3	Verde	3,8
24	58,146	21	2,9	Verde	3,7
25	55,503	17,7	2,6	Verde Limon	3,3
26	57,265	19	2,5	Verde Limon	3,2
27	56,384	17,8	2,8	Verde	3,6
28	59,027	19,8	2,7	Verde	3,5
29	55,503	17,8	3	Verde	3,8
30	58,146	20	3,1	Verde	4,0

TRATAMIENTO 4 - BULBOS CHICOS COLOREADOS

Nº DE BULBO	DIAMETRO	FIRMEZA	LARGO DE BROTE	COLOR DE BROTE	SOLIDOS SOLUBLES
1	50,82	20,13	4,06	Verde	7,8
2	44,8	19,56	3,64	Verde Limon	8,8
3	41,44	18,72	3,36	Verde Limon	8,6
4	44,8	19,8	4,2	Verde	7,7
5	50,4	21,6	4,06	Verde	8
6	48,16	19,92	3,5	Verde Limon	9
7	43,68	18,48	3,92	Verde	7,6
8	44,8	19,68	4,48	Verde	7,7
9	47,04	20,4	4,06	Verde	7,9
10	42,56	18,6	3,78	Verde Limon	8,9
11	45,92	20,28	3,78	Verde Limon	8,7
12	43,68	19,08	3,5	Verde Limon	8,5
13	49,28	21,6	3,64	Verde Limon	8,6
14	50,4	21,84	4,34	Verde	8
15	44,8	18,96	4,2	Verde	7,9
16	43,68	19,2	4,48	Verde	8,1
17	45,92	20,52	4,06	Verde	7,7
18	48,16	20,64	3,78	Verde	7,6
19	44,8	19,8	4,48	Verde	7,8
20	49,28	21,48	3,5	Verde Limon	8,9
21	47,04	20,04	4,2	Verde	7,9
22	51,52	22,2	4,06	Verde	8,2
23	47,04	20,16	3,92	Verde	8
24	48,16	20,4	3,64	Verde Limon	8,8
25	43,68	18,48	4,34	Verde	7,8
26	42,56	18,36	3,92	Verde	7,9
27	45,92	19,56	3,64	Verde Limon	8,7
28	45,92	19,2	4,06	Verde	7,7
29	47,04	19,44	4,2	Verde	7,6
30	49,28	21,84	4,34	Verde	7,9