



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Evaluación de la productividad de tres cultivares
de repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) al
aire libre, en Valdivia**

Memoria presentada como parte de los
requisitos para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

Eduardo Enrique González Lucero

Valdivia – Chile

2010

PROFESOR PATROCINANTE:

Rodrigo Acuña L.
Ing. Agr, Dr. Hort.
Instituto de Producción y Sanidad Vegetal

PROFESORES INFORMANTES:

Peter Seemann F.
Ing. Agr, Dr. rer. hort.
Instituto de Producción y Sanidad Vegetal

Rodolfo Pihán S.
Ingeniero Agrónomo
Universidad de la Frontera

A mi Madre por su incondicional apoyo
que junto a mi Padre, me guiaron siempre
por el camino correcto, y lograron los frutos
que siempre quisieron.

A mi hermana por las alegrías
y buenos momentos vividos en Valdivia.

A Pamela, por darme su amor,
por acompañarme en estos años y apoyarme en
los momentos difíciles.

Gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Después de un largo camino recorrido, he llegado al final, pero con muchos deseos de comenzar a recorrer otro, y con el apoyo de grandes personas que conocí durante mi estadía en Valdivia.

Agradecer a mi familia por el apoyo durante estos años en Valdivia y a lo largo de mi vida, por su preocupación en darme lo mejor para llegar a ser un profesional.

Al profesor de Rodrigo Echeverría, por su constante apoyo en mis ideas y por su constante motivación a que logre emprender, y que eche a volar mi imaginación.

A los profesores Rodrigo Acuña y Nancy Andrade, por las conversaciones, el apoyo y la constante motivación de aprender nuevas cosas y ser un buen profesional.

A Don Ramón Alarcón, por su ayuda en la parte práctica de la memoria, aguantando las quejas por los olores en el laboratorio por culpa de mis repollos. A Robinson por cuidar nuestros ensayos en Santa Rosa y por su ayuda en todo lo que fue el cultivo.

A Pamela por apoyarme en los momentos difíciles, y hacer que cuando estaba la nube negra sobre mí, apareciera el sol y me alegre los días. Agradecer su compañía durante estos años y esperar que lleguemos a concretar nuestros proyectos. Agradecer por la ayuda de escucharme mil veces hablar de los repollos, junto a mi hermana Paula y por todos sus consejos, y les prometo que por un buen tiempo olvidaremos los repollos.

A mis amigos, Karen Macarena, Ricardo, Titín, Álvaro, Daniela, Miguel y Ariel por compartir estos años, por las buenas conversaciones y buenos momentos.

Al tío Alejandro Monje, de las cabañas por su buena disposición y ayuda y las anécdotas que quedan en el recuerdo.

Al Renshi Carlos y a la tía Alicia por las buenas conversaciones, su amistad y buenos consejos.

A todos ustedes por haber hecho más grata esta estadía en Valdivia, a todos Muchas Gracias!

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
	RESUMEN	1
	SUMMARY	2
1	INTRODUCCIÓN	3
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Generalidades de <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>	5
2.2	El cultivo de <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> en el sur de Chile	6
2.3	Cultivares	7
2.4	Ecofisiología del repollo: requerimientos y estados del cultivo	8
2.4.1	Fenología	10
2.4.2	Temperatura base y de desarrollo.	11
2.5	Labores del cultivo	13
2.6	Rendimientos y cosecha	15
2.7	Antagonistas	15
2.7.1	Malezas	15
2.7.2	Plagas	16
2.7.3	Enfermedades	16

2.8	Antecedentes de la agroindustria del repollo	16
3	MATERIAL Y METODOS	18
3.1	Material	18
3.1.1	Ubicación del estudio	18
3.1.2	Características climáticas	18
3.1.3	Sistema de cultivo	19
3.1.4	Cultivares	19
3.2	Métodos	20
3.2.1	Descripción del ensayo	20
3.2.2	Características de las parcelas	20
3.2.3	Prácticas culturales	20
3.2.3.1	Muestreos de suelos	20
3.2.3.2	Corrección de pH	21
3.2.3.3	Laboreo de suelo	21
3.2.3.4	Almácigo	21
3.2.3.5	Fertilización	21
3.2.3.6	Trasplante	22
3.2.3.7	Riego	22
3.2.3.8	Control de antagonistas	22
3.3	Cosecha	23

3.4	Mediciones	23
3.5	Climatología	24
3.6	Diseño experimental	24
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
4.1	Biomasa	25
4.1.1	Número de hojas no comestibles	25
4.1.2	Altura de la planta	27
4.1.3	Evolución del diámetro ecuatorial y polar de la planta	28
4.1.4	Cosecha	29
4.1.5	Reparto de biomasa al momento de la cosecha	31
4.1.6	Análisis peso seco, peso fresco de los cultivares estudiados	33
4.2	Tasa de crecimiento de los cultivares utilizados	33
4.3	Deshidratación en frigorífico	35
4.4	Consideraciones generales de la agroindustria del repollo: Alguna empresa en Chile	36
5	CONCLUSIONES	38
6	BIBLIOGRAFÍA	30
7	ANEXOS	43

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Cultivares utilizados y sus principales características.	19
2	Resultados del análisis de suelo.	20
3	Características del sustrato SONEPEAT.	21
4	Número de hojas externas al momento de la cosecha.	27
5	Número de hojas externas al momento de la cosecha.	27
6	Valores promedio del peso (kg pl^{-1}) de la cabeza total y utilizable.	31

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1 Etapas fenológicas del repollo (09: emergencia, 10: cotiledones completamente desplegados, 13: tercer par de hojas verdaderas desplegadas, 41: cabeza comenzando a formarse, las dos hojas jóvenes no están completamente desplegadas, 45: 50% del tamaño de la cabeza esperado, 49: tamaño típico, cabeza formada y firme.	11
2 Datos de temperatura promedio de Valdivia (n=46).	19
3 Dinámica del número de hojas externas promedio de los cultivares a través del tiempo.	26
4 Altura de la planta promedio al momento de cosecha.	27
5 Diámetro ecuatorial de los cultivares.	28
6 Diámetro polar de los cultivares a través del tiempo.	29
7 Peso fresco comercial (PF_c), peso fresco utilizable (PF_u) y peso fresco del tallo de la cabeza (PF_{tc}) al momento de la cosecha de los cultivares.	30
8 Peso fresco para cada órgano aéreo de los cultivares a la cosecha.	32
9 Peso seco para cada órgano aéreo de los tres cultivares estudiados a la cosecha.	32
10 Peso fresco total (PF_{total}), peso fresco comercial (PF_{com}) y peso seco total (PS_{total}) para las etapas más importantes durante la ontogenia del cultivo.	33

11	Aumento de biomasa (g m^{-2}) respecto la acumulación de tiempo térmico. (IFC: inicio formación de cabeza)	34
12	Deshidratación postcosecha en frigorífico.	35

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Corte longitudinal de los cultivares a la cosecha.	44
2	Esquema del ensayo en la estación experimental.	45
3	Guía para estimar la humedad del suelo que ha sido extraída del suelo	46
4	Corte longitudinal del cultivar de hoja lisa Judge al momento de la cosecha, donde se aprecia el desarrollo de las yemas.	47

RESUMEN

Este trabajo de memoria se enmarca dentro del proyecto ***Desarrollo de productos agroindustriales de base hortícola en el sur de Chile (07 CT9 PGT – 85)***. Financiado por Innova-Chile y tiene por objetivo estudiar el comportamiento de diferentes especies y variedades hortícolas para su industrialización en IV y V gama.

Como parte de las necesidades del proyecto; se evaluaron tres cultivares de repollo en la zona de Valdivia, Región de Los Ríos, planteándose como hipótesis que los cultivares de *Brassica oleracea* var. capitata, cultivados al aire libre no presentan diferencias en su comportamiento agronómico asociado al medio ambiente para uso agroindustrial.

El ensayo fue llevado a cabo en la Estación Experimental Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, en una parcela de 100m², al aire libre la cual fue dividida en 3 subparcelas lográndose un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los cultivares utilizados fueron Judge (hoja verde lisa), Siboney (hoja verde crespa) y Ruby King (hoja morada lisa). Las variables determinadas fueron peso fresco (PF) y seco (PS) al momento del término de las etapas fenológicas de interés en la especie (trasplante, período de inicio de formación de cabeza y cosecha). Por su parte, para caracterizar la dinámica de crecimiento, se midió la altura de las plantas, diámetro polar y ecuatorial. Las variables anteriormente descritas fueron correlacionadas con los Grados Días Acumulados (GDA) para cada etapa de desarrollo. Finalmente se midió el grado de deshidratación de las variedades cuando fueron sometidas a cámaras de frío para almacenaje en fresco.

Los resultados de mayor interés, indican que no hubo diferencias significativas para el peso fresco comercial, peso fresco utilizable y rendimiento por hectárea. Para el número de hojas no comestibles, diámetro de cabeza polar, ecuatorial y altura de las plantas se observaron diferencias significativas. Los resultados de este trabajo pueden ser de interés para la agroindustria de la zona.

SUMMARY

This memory work is embedded in the project **Development of agro industrial horticultural products in the south of Chile (07 CT9 PGT - 85)**. Funded by Innova-Chile and the goal is to study the behaviour of different horticultural species and varieties for their industrialization within the IVth and Vth range.

As part of the requirements of this project three cabbage cultivations in the area of Valdivia, 14th region (Región de Los Ríos), have been evaluated, being the hypothesis that open air cultivations of *Brasica oleracea* var. capitata do not show a different agronomic behaviour than within an environment for agro industrial use.

The experiment has been realized on a 100m² open-air parcel of the experimental station Santa Rosa, which is part of the Universidad Austral de Chile. This parcel was subdivided into three blocks, achieving in this manner an experiment design of randomly creating complete blocks with three repetitions. The varieties used were Judge (even green leaf), Siboney (curly green leaf) and Ruby King (even purple leaf). The variables to be determined were fresh weight (PF) and dry weight (PS) at the end of the different phenological periods of interest for the species (transplanting, beginning of the formation of the cabbage head and harvest). For characterising the dynamics of growth the height of the plants as well as polar and equatorial diameter of the heads were measured. The aforementioned variables were correlated with the temperature measured in degrees per accumulated days (GDA) for each stage of development. Finally the dehydration rate of the varieties was measured as they were stored in cooling chambers to maintain their freshness.

The main results do not show significant variations in terms of commercial fresh weight, useable fresh weight and yield per hectare. With regard to the number of uneatable leafs, the polar and equatorial diameter of the cabbage heads and the height of the plants significant variations have been observed. The results of this investigation might be of interest for the regional agro industry.

1 INTRODUCCION

A nivel nacional, las hortalizas se cultivan desde la I a la XII regiones, siendo las condiciones climatológicas las que determinan su adaptabilidad y éxito agronómico en el país. En términos normales, el éxito de cada una está asociado a la fisiología de la especie y, por lo tanto, con la habilidad para desarrollarse en situaciones puntuales. En la zona sur su cultivo está restringido a las características comparativas locales, lo que se ha traducido en cultivos de flores, tubérculos, bulbos y hojas, los cuales se asocian a requerimientos térmicos y radiativos de menor exigencia que las especies que se desarrollan en la zona central del país, y que por cierto, es la que abastece en su gran mayoría las necesidades hortícolas nacionales.

En la Región de Los Ríos, la horticultura es incipiente, se encuentra en manos de pequeños productores, los cuales no son capaces de abastecer al mercado. Las limitantes destacadas por parte de los pequeños productores están en la falta de conocimiento de las especies y variedades, como también algunas adaptaciones que tienen las hortalizas que son más adecuadas para la zona. La incorporación de tecnología en los sistemas de producción, ya sea invernaderos, riego o algún tipo de mecanización, debe ser considerada como de interés.

Una reciente estrategia que ha fomentado la inserción y el desarrollo del rubro de la horticultura en la región, es el cultivo de especies para objetivos agroindustriales, principalmente de IV^a y V^a Gama, a través de un proyecto Innova-Chile, denominado ***“Desarrollo de productos agroindustriales de base hortícola en el sur de Chile (07 CT9 PGT – 85)”***, el cual ha sido adjudicado a la Universidad Austral de Chile en 2008. En esta propuesta, se pretende que la región de los Ríos pueda incorporar dentro del valor agregado del producto, su condición de “eco-región”, y que sus hortalizas puedan ser de máxima calidad debido a los recursos naturales propios de la zona, que entre otras cosas permiten una menor presión de enfermedades y plagas, con lo cual es posible reducir sensiblemente las aplicaciones de agroquímicos controladores de estos problemas, haciendo con esto posible la producción de productos frescos de mayor calidad, y obviamente en épocas diferentes a las del centro del país.

Para llevar a cabo esta iniciativa, ha sido necesario desarrollar programas de producción y validación de especies y variedades de interés para la agroindustria, de entre los cuales, las coles y particularmente los repollos, juegan un papel preponderante.

El trabajo de memoria realizado en esta ocasión, es parte del desarrollo de este proyecto y busca evaluar diferentes cultivares de repollo al aire libre asociando los resultados a los requerimientos de la agroindustria.

Por esto se plantea como hipótesis, que los cultivares de *Brassica oleracea* var. capitata, cultivados al aire libre no presentan diferencias en su comportamiento agronómico asociado al medio ambiente para uso agroindustrial.

Para demostrar esta hipótesis se establece como objetivo general:

- Evaluar la productividad (biomasa) durante la ontogenia de tres cultivares de *Brassica oleracea* L. var. capitata, al aire libre en Valdivia

Para abordar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la biomasa y su reparto en los cultivares seleccionados de repollo durante la ontogenia del cultivo.
- Determinar el o los cultivares que puedan tener un mejor comportamiento para las condiciones imperantes de la zona.
- Asociar los resultados de los cultivares con las variables climáticas que expliquen los resultados obtenidos en la condición de manejo.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Generalidades de *Brassica oleracea* L. var. *capitata*

El repollo común (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) se originó en las regiones mediterráneas y costeras de Europa Occidental, de una planta denominada berza silvestre (*Brassica oleracea* var. *sylvestris*) (REPUBLICA DOMINICANA, FUNDACION DE DESARROLLO AGROPECUARIO, FDA, 1994). VOLOSKY (1974), menciona que en estado silvestre, sólo consta de hojas y no forma cabeza. Respecto a su dispersión, FUENTES y PEREZ (2003), detallan que también se le encontró en lugares como Dinamarca, Inglaterra, Francia y Grecia, siempre en zonas cercanas a las costas, y que al parecer habría sido cultivado por los egipcios 2.500 años a.C. y posteriormente por los griegos.

Anteriormente se indicaba que sus propiedades mágicas, curativas y otras que se le atribuían motivaron la dispersión a Europa en el siglo IX, adquiriendo luego importancia para el consumo humano, razón por la cual se difundió en América a través de los colonos en el año 1540 (GIACONI, 1983).

VOLOSKY (1974), describe que el tallo es carnoso, ramificado, que adquiere consistencia leñosa y permanece corto hasta el segundo año, en el cual se alarga antes de la inflorescencia. Las hojas son anchas, redondas y gruesas, de venas prominentes, se ubican entrecruzadas en el tallo, envolviendo la yema terminal y las hojas más jóvenes; formando de esta manera una cabeza o pella, en la cual la planta acumula sus reservas vegetativas. Este mismo autor, señala que la polinización es alógama, su fruto es una silicua de 4-6 cm de largo y las semillas son globulares, casi lisas y de 1,5 mm de diámetro, conteniendo 1 gramo alrededor de 350-400 semillas, con una capacidad germinativa media de unos 4 años.

WORK y CAREW (1955), indican que las hojas de la mayoría de los cultivares de repollo tienen sus hojas recubiertas por una capa cerosa, por lo que hace necesario el uso de adherentes en las aspersiones.

Su importancia no sólo está dada por su contenido de nutrientes, sino también por su elevado rendimiento y prolongado periodo de disponibilidad en el mercado, permitiendo el consumo constante de este vegetal por parte de los consumidores. En desmedro, el repollo al igual que gran parte de las crucíferas, posee una característica indeseable desde el punto de vista culinario, siendo esta su contenido de glucosinolatos, compuesto orgánico que tiene alto contenido de azufre, el cual le confiere un olor característico (VOLOSKY, 1974).

GIACONI y ESCAFF (2001), indican que el repollo puede ser consumido de diversas formas: crudo como ensalada, cocido como en guisos, budines, como repollo agrio (“choucroute” o “sauerkraut”) y también se consume deshidratado, no descartándose las nuevas demandas del producto en donde se le proporciona un mínimo proceso para ser envasado en bolsas o recipientes cerrados normalmente con atmósfera controlada a base de CO₂ o Argón¹.

En cuanto a los sistemas de producción, la FDA (1994) indica que el repollo es una planta típica de almácigo y trasplante, por lo que se hace necesaria la producción de almacigueras que servirán para el establecimiento de la producción comercial. También indica que la producción de los almácigos se puede realizar en bandejas y en camellones construidos en campo abierto.

A su vez CASSERES (1971), menciona que se pueden hacer siembras directas cuando el área, las condiciones de la tierra y otros factores lo hacen factible. De no ser posible, FUENTES y PEREZ (2003), señalan que se ha incrementado la producción en invernaderos, pero sólo para la producción de plántulas, debido a la proliferación de insectos y enfermedades.

2.2 Dinámica del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. *capitata* en el Sur de Chile

KEHR (2005), señala que en la zona sur aspectos tecnológicos, fitosanitarios y climáticos son las limitantes para la producción hortícola, pero que la solución de estas limitantes son investigación y desarrollo tecnológico, capacitación y transferencia tecnológica para expresar el gran potencial hortícola que posee la zona sur.

¹ Acuña, R. (2009) Ing. Agr. Dr. Hort. Instituto de Producción y Sanidad vegetal, Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

En lo que comprende el cultivo del repollo en la zona sur de Chile es incipiente. CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE) (2007), indica específicamente que en la Región de los Ríos, la superficie cultivada al aire libre y bajo invernadero correspondía a 7,2 y 0,2 ha, respectivamente de un total de 1.727.

SANCHEZ (1979), realizó ensayos de cultivares de repollo entre enero y junio de 1978, en Valdivia, en la Estación Experimental Santa Rosa, en donde obtuvo cosechas posterior a 120 y 150 días después del trasplante para los 40 cultivares que utilizó, con rendimientos promedios entre 55,6 y 14,5 toneladas, siendo el promedio 31,6. Las variedades utilizadas en el estudio, consideraban una temperatura base de 5° C, acumulando entre 910 y 1230°C, reflejando importantes requerimientos térmicos las variedades antiguas.

2.3 Cultivares

GIACONI y ESCAFF (2001), separa el repollo en dos variedades botánicas de *Brassica oleracea* L.; *Brassica oleracea* L. var. *bullata*, la que incluye las coles de Milán o repollos de hoja rizada, y las describe como repollos de hojas externas muy gruesas y más o menos crespas, según la variedad, con pecíolos y nervios densos y resistentes, *Brassica oleracea* L. var. *capitata*, la que engloba todos los repollos de hoja lisa y las describe como repollos en que las hojas externas tienen pecíolos y nervios menos marcados que los del grupo anterior, su color es menos intenso, por lo cual algunas variedades reciben la denominación de “repollo blancos”. Antes, VOLOSKY (1974) también describía a *Brassica oleracea* var. *rubra* que agrupa a los repollos morados, GIACONI y ESCAFF (2001), añaden que en actualidad son de consumo más restringido que los anteriores pero sólo por desinformación del consumidor. Este grupo se caracteriza por el fuerte color rojo morado de sus hojas y por su sabor muy suave, y que son variedades generalmente precoces.

En los últimos años, la introducción de cultivares híbridos en la horticultura ha marcado un éxito sin precedentes, debido a las ventajas que presentan, entre las cuales destacan el vigor y la uniformidad (GIACONI y ESCAFF, 2001).

2.4 Ecofisiología, requerimientos y estados del cultivo

La FDA (1994) y FUENTES y PEREZ (2003) indican que el repollo se adapta a una gran variedad de suelos, desde los arenosos hasta los pesados. No obstante, se prefieren suelos de textura franca con gran poder de retención de humedad y ricos en materia orgánica; en suelos pesados (arcillosos), es necesario hacer un buen drenaje para evitar anegamientos.

FUENTES y PEREZ (2003), señalan que debido al constante requerimiento de agua, especialmente desde la formación de la cabeza hasta la cosecha, el cultivo se ve gravemente afectado cuando se planta en suelos arenosos, por lo que recomiendan cultivar en suelos donde la capacidad de retención de agua es alta, a menos que se tenga un manejo adecuado del riego.

CASSERES (1971), VOLOSKY (1974) y FUENTES y PEREZ (2003) coinciden que esta variedad botánica se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos. Con pH comprendido entre 5,5 y 6,5, además CASSERES (1971) aclara que son poco tolerantes al exceso de acidez y pueden crecer aún a un pH de 7,6 si no hay deficiencia de algún elemento esencial. GIACONI (1983) manifiesta que los mejores resultados productivos se obtienen a pH de 6,0-6,5, ya que este corresponde al rango de mayor disponibilidad de potasio.

La mayoría de los cultivos de repollo son moderadamente tolerantes a la salinidad. Por ejemplo los repollo blancos y los crespos, el límite es de alrededor de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$. El repollo morado es más sensible, con un límite normal de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, este cultivo con $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ puede mostrar una reducción en el rendimiento de 40%. En general, cultivos en suelos salinos, tienen un follaje más oscuro, y los márgenes de la hoja a menudo senescen. Además, las plantas son más sensibles a las enfermedades (NIEUWHOF, 1969).

La planta de repollo es muy exigente en agua y el período en que la planta requiere más agua es durante la formación de cabeza. Para que se desarrolle normalmente el cultivo es necesario suministrar entre 350 y 450 milímetros durante su ciclo, si este requerimiento hídrico no se satisface por lluvias, se deben efectuar riegos periódicos con el fin de que la planta no llegue a un estado de marchitez (PLETSCH, 2006).

Thompson y Kelly (1957) citado por CASSERES (1971) indica que en general, el repollo requiere importantes dosis de nitrógeno y potasio.

CASSERES (1971) señala que el repollo utiliza el N lentamente durante todo su ciclo, de donde se deduce el gran beneficio de materia orgánica, estiércol u otras sustancias nitrogenadas. Los abonos nitrogenados aplicados en exceso al inicio de la plantación pueden ser poco efectivos por la lixiviación que ocurre más adelante y en todo caso, si no hay equilibrio con otros elementos las cabezas pueden resultar “fofas” o suaves. Por lo tanto se recomiendan aplicaciones sucesivas sobre todo en regiones de mucha lluvia.

FUENTES y PEREZ (2003) añaden a lo anterior que una aplicación tardía de nitrógeno provoca bajos rendimientos, debido a la formación de cabezas de bajo peso y también se alarga el ciclo del cultivo. Además incluyen que la aplicación nitrogenada debe fraccionarse en tres o cuatro aplicaciones.

Como recomendación NIEUWHOF (1969), indica que las parcialidades corresponden a una primera dosis a la plantación, una segunda 2-6 semanas post-trasplante una última dosis antes de la formación de la cabeza. Aplicaciones posteriores, pueden resultar en cabezas poco compactas y en un retraso en el cultivo.

En cuanto al fósforo, la FDA (1994) señala que con este nutriente se favorece la precocidad para la formación de la cabeza, con lo que se aumenta el número de cabezas comerciales.

Las plantas deficientes en fósforo retardan su crecimiento, y afectan el follaje con la causa de que se afecta la presentación siendo causa de rechazo en el mercado. Este elemento debe ser aplicado una sola vez y antes de su trasplante (FDA, 1994 y FUENTES y PEREZ, 2003).

El potasio, según FUENTES y PEREZ (2003) aumenta la resistencia a las bajas temperaturas y además mantiene la turgencia en época estival. También señalan que este debe aplicarse al momento del trasplante. Su deficiencia afecta al follaje provocando un bronceamiento de los bordes, deteniéndose el crecimiento y el endurecimiento de la cabeza (FDA, 1994). La falta de microelementos como el B, ha sido descrita como una enfermedad fisiológica, produciendo enanismo general en la planta (VOLOSKY, 1974).

2.4.1 Fenología. FUENTES y PEREZ (2003) señalan que la fase vegetativa es la más importante para los productores hortícolas, y describen las etapas fenológicas de la siguiente manera:

Primera etapa: se realiza entre los ocho y diez días, iniciándose con la germinación y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas, y este corresponde al momento oportuno de trasplante. Durante esta primera etapa las plantas desarrollan su sistema radical y sus primeras hojas verdaderas.

Segunda etapa: esta se inicia del momento del trasplante, hasta que tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en un proceso de rápida ganancia de biomasa. El área foliar se incrementa rápidamente al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

Tercera etapa: esta es llamada de preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de pecíolo alargados y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas ya originadas, no formarán parte de la cabeza y sólo algunas de las producidas durante la última etapa se doblarán ligeramente para formar una capa protectora de la cabeza.

Cuarta etapa: En esta etapa se producen hojas sin pecíolo, que se superponen formando una cabeza (pella), estas crecen rápidamente, lo que permite el desarrollo de hojas más suculentas hasta que la cabeza o pella alcanza el tamaño característico de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura.

Y por último, la fase reproductiva requiere los estímulos de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales, de los cuales se origina la inflorescencia.

Feller *et al* (1995) citado por WIEN (1997) describió anteriormente las etapas fenológicas siendo más ilustrativas, las cuales se muestran en la Figura 1.

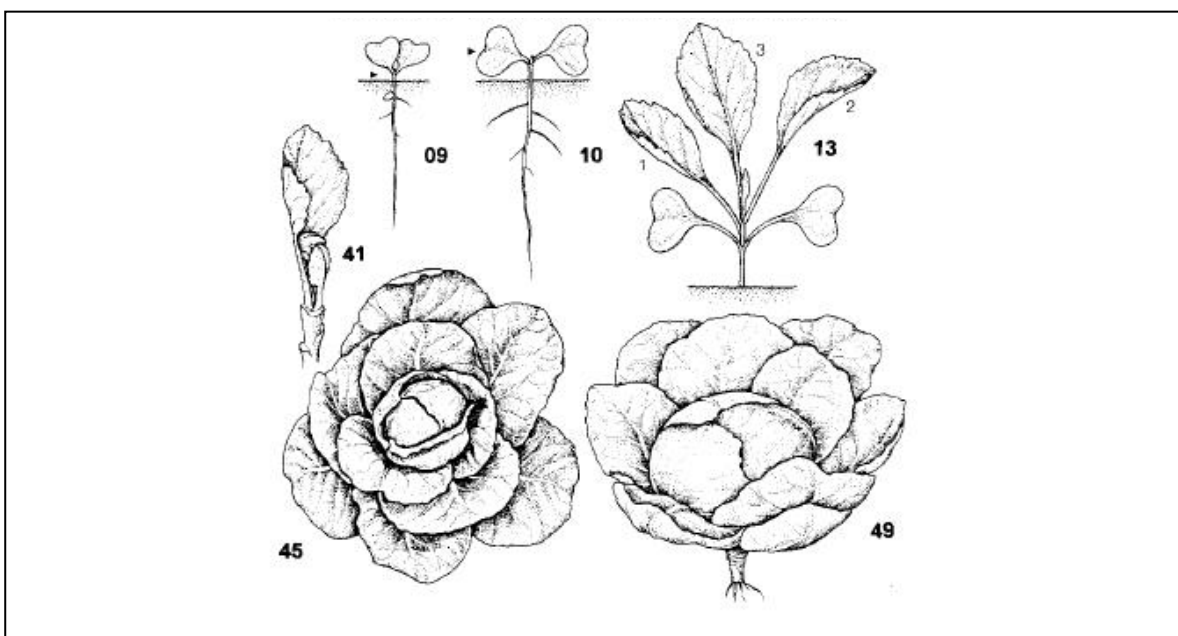


FIGURA 1 Etapas fenológicas del repollo (09: emergencia, 10: cotiledones completamente desplegados, 13: tercer par de hojas verdaderas desplegadas, 41: cabeza comenzando a formarse, las dos hojas jóvenes no están completamente desplegadas, 45: 50% del tamaño de la cabeza esperado, 49: tamaño típico, cabeza formada y firme.

Fuente: Adaptado de WIEN (1997)

2.4.2 Temperatura base y de desarrollo. Estudios de STRANDBERG (1979) en Standford, Florida (EEUU) describieron la curva de crecimiento del repollo, asociado a los grados días acumulados y a las etapas fenológicas durante cinco años de cultivo, utilizando una temperatura base de 0° C y una temperatura umbral de 25° C, señalando la gran importancia de conocer estas curvas ya que se puede utilizar para medir el crecimiento de la planta cuantitativamente. La asociación de las etapas fenológicas y los grados días acumulados además son útiles para llevar un control del cultivo y se puedan llevar a cabo planificaciones o tomar decisiones oportunas, pudiendo reducir costos, o manteniendo al mismo valor una calidad aceptable para el mercado.

En lo que se refiere a la evolución de las variedades, analizándolo desde el punto de vista de la acumulación de grados días, es algo difícil, ya que estudios de la ecofisiología del repollo no hay muchos, y los que hay son de hace varias décadas

atrás relacionándose con germoplasma antiguo. Por lo anterior, no hay certeza en cuál es la temperatura base de este cultivo, por lo que se hace dificultoso hacer las comparaciones de estos estudios. Por ejemplo, en estudios indicados anteriormente por STRANDBERG (1979) las variedades de aquella época fluctuaban entre los 1700 y 2500 grados días acumulados ($T_{base} 0^{\circ}\text{C}$), en cambio, estudios de Isenberg *et al.* (1975), citados por WIEN (1997) indican una acumulación de 1000-1100 grados días pero con una temperatura base de 10°C . Otros autores como Fujime (1983), Wurr, Fellows y Hambridge (1991); Wurr, Fellows, Phelps y Reader (1995), citados por ZACCARI (2008) indican una temperatura base de $4-5^{\circ}\text{C}$.

NIEUWHOF (1969) señala que pocos estudios se han realizado respecto al efecto de la temperatura sobre el crecimiento de cultivos de coles. Investigaciones japonesas han demostrado que la temperatura óptima de crecimiento es entre los 15 y los 20°C , mientras que por encima de 25°C , se detiene el crecimiento.

La temperatura mínima para el crecimiento de coles y sus aliados es probablemente justo por encima de 0°C , y las variedades de invierno pueden soportar períodos cortos de heladas, pero el daño grave por heladas ocurren cuando la temperatura cae por debajo de -10°C , y permanece allí durante algún tiempo (NIEUWHOF, 1969).

En cuanto al clima, GIACONI y ESCAFF (2001) señala que el repollo alcanzaría su mejor desarrollo en zonas de temperaturas frescas y uniformes, con humedad ambiental, especialmente cuando las plantas disfrutan de bastante calor durante el primer período de crecimiento.

CASSERES (1971) y posteriormente VOLOSKY (1974), concuerdan en que el promedio mensual óptimo de temperatura para los repollos es de 15 a 18°C , con máximas medidas de 23°C y mínimas de 4°C para el mejor crecimiento y calidad. La temperatura óptima del suelo para la germinación de la semilla es de 26 a 30°C , a cuyas temperaturas normalmente germina y aparece la plántula sobre la tierra en tres o cuatro días. A temperaturas menores tarda más tiempo.

Añade CASSERES (1971), que las bajas temperaturas, cerca de 0°C tienen un efecto decidido sobre la floración prematura del repollo, fenómeno que consiste en la aparición de tallos florales el primer año en lugar del segundo año o segundo ciclo, como es lo normal en plantas bienales.

Cuando las plántulas han estado a temperaturas de 10 a 13° C, especialmente cuando están pequeñas y su tallo apenas tiene el grosor de un lápiz, es más probable que no formen cabeza, sino que se induzca la floración. Esto no sucede a temperaturas de 15 a 21° C, pero este factor depende más específicamente de las variedades, ya que hay algunas no seleccionadas que pueden ser más susceptibles a la floración prematura, mientras que a otras ya se les ha incorporado un mecanismo de resistencia. El fotoperiodo no afecta la floración (CASSERES, 1971).

2.5 Labores del cultivo

Según PLETSCHE (2006), cuando se inician los trabajos para la confección de los almácigos, conjuntamente también se debe comenzar a laborear el suelo destinado a la plantación, ello significa que esta tarea debe estar comenzando 45 días antes de la plantación, permitiendo este laboreo temprano del suelo, una mayor acumulación de humedad en el suelo y a un mejor control de malezas en la etapa inicial del cultivo.

PLETSCH (2006) agrega que las labores de preparación variarán según la composición estructural del suelo, en suelos arenosos, sueltos, permeables, profundos es suficiente la utilización de la rastra de disco para dejar el suelo apropiadamente preparado. Si se trata de suelos pesados (arcillosos), con drenaje deficiente se debe normalizar el total del terreno, de manera de suprimir los sectores donde puedan ocurrir anegamientos temporales.

En lo que se refiere a la preparación propiamente tal, una herramienta importante a utilizar es el arado cincel que realiza labores más profundas sin invertir el suelo, facilita una mejor percolación del agua y un mayor desarrollo radicular, complementando la preparación con rastra de discos u otras herramientas si fuera necesario (PLETSCH, 2006).

CASSERES (1971), indica que con 50 gramos de buena semilla se pueden producir unas 5.000 plantas. Se necesitan de cuatro a seis semanas para producir plántulas de tamaño adecuado para el trasplante, agrega que en las almacigueras se requiere una cantidad relativamente abundante de agua, pero no en exceso; y una vez en el campo en las zonas no lluviosas conviene regar la tierra al trasplantar.

VOLOSKY (1974) recomienda que la plántula para ser trasplantada, deba al menos tener de 3 a 4 hojas verdaderas, una altura de 10-12 cm y el grosor de tallo no sea inferior al de un lápiz común.

El espaciamiento en el campo cambia según la variedad y si es para cosecha temprana o tardía (CASSERES, 1971). Agrega PLETSCHE (2006) que para cultivares pequeños es recomendable una distancia de plantación de 50 cm entre hilera y 40 cm sobre hilera. En cultivares medianos una distancia adecuada es de 60 cm entre hilera y 50 cm sobre hilera y en cultivares grandes una distancia de 70 cm entre hilera y 60 cm sobre hilera y para cultivares gigantes una distancia de plantación de 70 cm entre hilera y 70 cm sobre hilera.

PLETSCHE (2006) señala que la reposición de plantas debe realizarse dentro de los 10 a 15 días de realizado el trasplante, de manera que las plántulas repuestas no sufran la competencia de aquellas que fueron plantadas primero y así puedan desarrollarse normalmente, para que finalmente formen una cabeza firme y de buen tamaño.

CASSERES (1971) cita que los primeros laboreos deben ser principalmente para combatir las malezas y mantener el suelo en buenas condiciones cuando la planta esté pequeña. Debido a que en el repollo se desarrollan muchas raíces en los primeros 5 cm del suelo, solamente se aconsejan escardas o cultivos muy superficiales.

El repollo tiene un sistema radical bastante superficial, pero si los suelos son sueltos y profundos las raíces penetran hasta 45 y 60 cm; las aplicaciones de fertilizante al voleo son bien aprovechadas, un exceso de abono puede resultar en cabezas rajadas lo que reduce el rendimiento comercial (CASSERES, 1971).

En lo que se refiere al riego, FUENTES y PEREZ (2003) señalan que el cultivo de repollo consume altas cantidades de agua, por lo que se debe estar regando frecuentemente. Indican además que el riego por surcos puede ser aprovechado si se realiza en suelos bien nivelados y drenados; y que el riego por goteo es probablemente la mejor alternativa, aunque inicialmente la inversión es alta, pero el control sobre los volúmenes de agua a aplicar es más fácil y a través del riego puede haber aplicación de fertilizantes.

2.6 Rendimientos y cosecha

Según GIACONI y ESCAFF (2001), apunta que una hectárea de repollos plantadas a 70 x 40 cm, después de descontar posibles pérdidas del trasplante, las plantas que no arrepollan pueden rendir alrededor de 20.000 cabezas, a pesar de que la cabida teórica a dicha distancia excede las 30.000 cabezas. En cambio, VOLOSKY (1974) cita un rango menor, que va de 15.000-18.000 unidades ha^{-1} , señalando que el tamaño y rendimiento del repollo son afectados por la distancia sobre hilera, ya que en este caso aumenta el rendimiento ha^{-1} , pero disminuye el tamaño de las cabezas. Agrega además, que los rendimientos fluctúan entre 10,4 – 44,6 ton ha^{-1} , dependiendo además de la dosis de fertilizantes, y por supuesto, de las variedades utilizadas.

WIEN (1997), señala que desafortunadamente, faltan estudios del repollo que indiquen el momento en que el tamaño de la planta determine el tamaño final de la cabeza a la cosecha. Los intentos de predecir la fecha de cosecha del repollo, con el cálculo de tiempo térmico no han sido exitosos hasta el momento. Ensayos en la temporada de invierno en Florida (EEUU) con más de 12 años, mostraron una variación del 4-16% en el momento de la cosecha de los cultivares, calculado sobre la base de unidades de calor (límites 0 y 25 ° C), o el momento de madurez (Strandberg y White (1919) citados por WIEN, 1997). También ha habido problemas en la predicción de la madurez de los cultivos cosechados durante el período de bajas temperaturas en otoño.

CANTWELL y SUSLOW (2007) señalan como índice de madurez para cosechar, en la presión que debe ser ejercida para compactar la cabeza del repollo. Una cabeza que sea compacta y dura podrá ser comprimida sólo levemente con la presión ejercida con la mano. Una cabeza muy floja o suelta significa que el repollo está inmaduro, y una cabeza muy firme o dura significa que el repollo está maduro.

2.7 Antagonistas

Los cultivos de hortalizas presentan generalmente diversos antagonistas, sobre los cuales se debe tener cierto control, ya que de ello dependerá en parte el éxito comercial que se tenga.

2.7.1 Malezas. Durante las primeras labores se pueden realizar manejos con herbicidas para gramíneas y dicotiledóneas, incluyendo después del trasplante limpiezas manuales que eviten la competencia del cultivo con malezas. En lo que se

refiere control químico post-trasplante solo puede haber para gramíneas, para dicotiledóneas se hacen limpias manuales o mecánicas, cuando el cultivo se ha desarrollado completamente, el follaje proporciona una buena cobertura, lo que reduce la aparición de malezas (FUENTES y PEREZ, 2003).

Investigaciones realizadas por Roberts y Bond, citados por GOMEZ (1986), concluyeron que en el cultivo de repollo no existe un periodo crítico de competencia con las malezas, por lo que un cultivo sin manejo de malezas y otro mantenido libre de malezas durante la estación de crecimiento produjeron un rendimiento similar.

2.7.2 Plagas. GIACONI y ESCAFF (2001), indican que varias plagas atacan al cultivo del repollo y otras brásicas de importancia hortícola. Entre las plagas más importantes destacan: pulgón de las crucíferas, el gusano minador del repollo y la polilla de las crucíferas, añadiendo la mariposa blanca y las babosas, especies que son de menor importancia. El método de control que se recomienda es la aplicación de productos químicos.

2.7.3 Enfermedades. Las enfermedades más comunes para el cultivo del repollo son: mildiu, moho blanco, moho gris, oídio, mancha foliar, y en casos puntuales se puede dar un tipo de mosaico; para las cuales se consideran manejos culturales y químicos desde su siembra hasta el término de su desarrollo (GIACONI, 2001).

FUENTES y PEREZ (2003), recomiendan que en lo posible se deben evitar plantaciones sucesivas de repollo en el mismo terreno, ya que se incrementa en el suelo los niveles de inóculo de enfermedades que lo atacan, además es conveniente sembrar en la época siguiente un cultivo diferente al de la familia Brassicaceae.

2.8 Antecedentes agroindustriales del repollo

Según CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA) (2010), los productos más utilizados por la agroindustria para la IV^a gama son lechugas (escarola y costina), apio, repollo (crespo y morado) y zanahoria. Dichas hortalizas son las más empleadas por la industria, por cuanto poseen mayor vida útil que otras, lo que implica que se conservan mejor en las condiciones requeridas para IV gama.

Según las consultas realizadas a distintas empresas elaboradoras de productos agroindustriales, en Chile sólo la empresa DOLE utiliza el repollo para la comercialización, ya sea por unidad o como ensalada preparada.

Los requerimientos de DOLE Chile son por lo general repollos de variedad de hoja lisa, verdes o morados, que sean grandes y regados con agua de pozo², no destacando ninguna condición de calidad que pueda ser determinada en forma analítica, es decir, el producto no tiene una calidad estandarizada para ser abordado, si no simplemente lo que se busca es rendimiento de materia fresca.

Como índice de calidad, se describe que después de quitar las hojas externas, la cabeza del repollo debería ser de un color típico del cultivar (verde o morado), firme, pesada para su tamaño y sin insectos, pudriciones, u otros defectos. Las hojas deben ser crujientes y túrgidas (CANTWELL y SUSLOW, 2007).

Si se almacena en sistemas de refrigeración es importante no mezclar con otros productos. La refrigeración aumenta en un 100% la durabilidad del repollo con respecto al almacenado en condiciones normales para cualquier estado de madurez (NICARAGUA, INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA), 2009).

Indican CANTWELL y SUSLOW (2007), que se puede prolongar un poco la duración del repollo con una atmósfera controlada de baja concentración de O₂ (2,5-5%) y alta concentración de CO₂ (2,5-6 %) a las temperaturas de 0-5° C. El almacenamiento en atmósfera controlada mantendrá el color y el sabor del repollo, retrasará el desarrollo y crecimiento del tallo, y reducirá la abscisión de las hojas. Las atmósferas cuya concentración de O₂ esté por debajo de 2,5% causará la fermentación, mientras que las atmósferas cuya concentración de CO₂ sea mayor de 10% causarán la decoloración interna.

Para el repollo como producto de cuarta gama, CANTWELL y SUSLOW (2007), señalan que se pardea durante el almacenamiento. Las atmósferas de 5% O₂ y 5-15% CO₂ retardan esta decoloración. Atmósferas demasiado bajas en O₂ desencadenan fermentación, especialmente si la temperatura es mayor de 5°C.

² Empresa DOLE, División Vegetales. Comunicación personal

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Material.

Los materiales utilizados en este trabajo de investigación se presentan a continuación.

3.1.1 Ubicación del estudio. El desarrollo del trabajo se realizó durante la época invierno – primavera – verano, en la Estación Experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile. La ubicación geográfica de la Estación Experimental es en la ciudad de Valdivia, Región de los Ríos, Comuna de Valdivia, situada en 73,14° W; 39,47° S a 17 m.s.n.m. (Software Google Earth 5.2, 2010).

3.1.2 Características del suelo. El suelo presente en el lugar de estudio es un Typic Hapulands, conocido bajo la denominación de “trumao”. Estos suelos exhiben una estructura franco limosa, con un alto contenido de materia orgánica en el horizonte superficial (13-25%).

Dentro de las características físicas, poseen una baja densidad aparente, 0,7- 0,5 g cm⁻³. Esto significa que posee una gran porosidad, 65 a 75%, con una cantidad de poros de agua útil para las plantas entre 10 y 25%.

Estos suelos poseen una alta retención de fósforo, dada por su contenido de alofán, aluminio y materia orgánica. Dado el alto contenido de materia orgánica los niveles de nitrógeno deberían ser muy buenos pero por efecto de una baja tasa de mineralización de ésta los niveles disponibles van de medios a bajos (IREN-CORFO, UACH (1978), citados por MACDONALD, 1987). Las bases, es decir calcio, magnesio y potasio se encuentran en niveles medios a bajos, por lo que algunos cultivos se pueden ver limitados en su producción, lo cual es normal para zonas tan lluviosas donde la saturación de bases de los suelos es baja y el pH es ácido a ligeramente ácido. Los micronutrientes en general están en niveles adecuados (Rodríguez y Tomic (1984), citados por MACDONALD, 1987).

3.1.2 Características climáticas. Para el desarrollo de las curvas se utilizaron los datos climáticos promedio de la estación meteorológica del Instituto de Geociencias de

la Universidad Austral de Chile, los que se incluyen en el Cuadro 1, más los datos registrados en la temporada de cultivo por la estación meteorológica de la Estación Experimental.

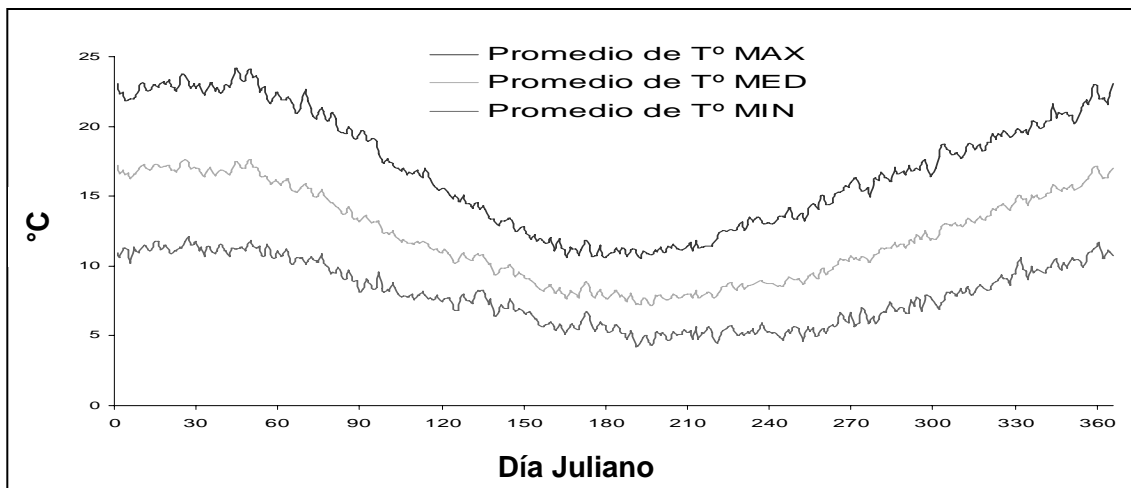


FIGURA 2 Datos de temperatura promedio de Valdivia (n=46).

FUENTE: Adaptado de Estación meteorológica Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile.

3.1.3 Sistema de cultivo. El sistema de cultivo utilizado fue al aire libre, en una parcela de 100 m², la cual se dividió en nueve subparcelas, donde se establecieron los tres cultivares de repollos individualizados en el Cuadro 2. El marco de plantación fue de 0,5 x 0,6 m, regado por un sistema de cintas de 4 L H⁻¹ m⁻¹.

3.1.4 Cultivares. En el Cuadro 1 se presentan los cultivares que se emplearon en el desarrollo del ensayo, con sus respectivas características indicadas por las casas de semillas.

CUADRO 1 Cultivares utilizados y sus principales características.

Cultivar	Ciclo (días *)	Color	Hoja	Peso (Kg)	Forma
Judge	90	verde	lisa	2,5	Redonda
Siboney	90 - 100	verde	crespa	2,5 - 3	Redonda
Ruby King	70	rojo	lisa	1,5	Globosa

* días considerados por las casas de semillas desde trasplante a cosecha

FUENTE: Elaboración propia con datos de Alliance y Takii (2009).

3.2 Métodos

El método utilizado durante la realización de esta investigación se describirá a continuación.

3.2.1 Descripción del ensayo. El cultivo se estableció en la parcela el día 01 septiembre de 2009, estableciéndose por orden según indicaban los bloques.

3.2.2 Características de las parcelas. La parcela de 100 m² se dividió en nueve parcelas de aproximadamente 11,1 m² (4,15 por 2,65 m), tres parcelas por cada cultivar. Cada una de estas subparcelas consideró 35 plantas, repartidas en 7 hileras con 5 plantas cada una (Detalles en Anexos 1).

3.2.2 Prácticas culturales. Durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo las actividades culturales y agronómicas acordes con el cultivo en la zona (escardas, aplicaciones de agroquímicos, fertilizantes y riego).

3.2.2.1 Muestreo de suelos. El muestreo de suelos se realizó el día 07 de junio de 2009, en zig-zag sobre la superficie contemplada para la plantación de los cultivos hortícolas. Utilizando una pala se extrajeron las muestras, para lo que se consideró una profundidad de muestreo de 20 cm. Posteriormente la muestra recolectada se envió al Laboratorio para su análisis. Los resultados del análisis de suelo entregado por el Laboratorio se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 2 Resultados del análisis de suelo.

MO	14,9	%
pHw	5,4	adimensional
N mineral	12,6	mg kg ⁻¹
P-Olsen	3,8	mg kg ⁻¹
K-interc	94	mg kg ⁻¹
Profundidad	2	dm
Factor de absorción P (FEAC)	0,8	ppm P-Olsen kg ⁻¹ P ha ⁻¹
Historial de residuo	7	años desde pradera

Fuente: Elaboración propia con datos de Laboratorio.

3.2.2.2 Corrección de pH. La corrección de pH se realizó en base al análisis de suelo, aplicando 10 toneladas de $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$, con el objetivo de alcanzar un pH de 6,4. La aplicación de la cal fue el día 20 de Junio de 2009 (70 días pre-trasplante).

3.2.2.3 Laboreo de suelo. Los trabajos que se realizaron correspondieron a labores de labranza primaria y secundaria con el objetivo de mullir el suelo y eliminar los restos de malezas existentes. El 10 de Junio de 2009 se realizó una aplicación de glifosato con el producto comercial Roundup con una dosis de 4 L Ha^{-1} . Pasadas 3 semanas, se labró el suelo con un arado de disco. Posteriormente se pasó una rastra y finalmente para dejar mullido el suelo se utilizó un rotovator.

3.2.2.4 Almácigo. La siembra de los cultivares de repollo se realizó el día 10 de julio de 2009. El sistema utilizado fue en bandejas de 104 alvéolos, en sustrato Sonepeat, compuesto de turba y perlita en relación de 9:1. Las características del sustrato utilizado se describen a continuación en el Cuadro 4.

CUADRO 3 Características del sustrato SONEPEAT.

Densidad aparente	0,11	gr cm^{-3}
pH	5,96	adimensional
Materia orgánica	31,6	%
Coductividad eléctrica	0,56	dS m^{-1}
Espacio poroso total	94,5	% vol
Capacidad de aireación	46,1	%
Capacidad retención de agua	487	mL L^{-1}

FUENTE: Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2006).

3.2.2.5 Fertilización. La fertilización se realizó en base a los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo.

La fertilización nitrogenada se aplicó en tres parcialidades, la primera se realizó al trasplantar de forma incorporada correspondiendo a $150 \text{ U de N ha}^{-1}$ en forma de nitrógeno amoniacal, quince días después se aplicaron $30 \text{ U de N ha}^{-1}$ en forma de

nitrato, y al inicio de formación de cabeza se aplicaron 250 U de N ha⁻¹ en forma de nitrógeno amoniacal, las dos últimas aplicaciones fueron sobre la hilera.

La fertilización fosforada se hizo en dos parcialidades, de 200 U de P₂O₅ ha⁻¹ en forma de superfosfato triple, una al trasplante y la otra al inicio de formación de cabeza, la fertilización potásica se dividió en dos parcializaciones, 50 U de K₂O ha⁻¹ en forma de muriato de potasio al trasplante, y quince días después 100 U de K₂O ha⁻¹ como nitrato de potasio.

3.2.2.6 Trasplante. El trasplante se realizó el día 01 de septiembre, una vez que las plántulas de los tres cultivares tuvieron entre 4 y 6 hojas. Las bandejas se dejaron de regar 4 días antes con el fin de favorecer el endurecimiento de las plántulas.

El trasplante se realizó de forma manual, con un riego previo de la bandeja para beneficiar la extracción de las plántulas.

3.2.2.7 Riego. Durante la etapa de almácigo se mantuvo un ambiente moderadamente húmedo mediante riegos, procurando no aplicarlos en exceso.

Durante el desarrollo del cultivo en campo, los riegos fueron dependiendo de las necesidades hídricas del cultivo, procurando mantenerse en el primer tercio de la capacidad de campo de este mismo. Esto se estimó con el sistema del US Soil Conservation Service (1962) adaptado por ISRAELSEN y HANSEN (1965) que describen que es uno de los métodos más empleados para estimar el contenido de humedad del suelo, y consiste en la inspección ocular y su tacto. Para este fin se obtienen muestras de suelo de la zona radicular con un barreno y utilizando la tabla adjunta en el Anexo 2, que estima en qué nivel de humedad se encuentra el suelo.

3.2.2.8 Control de antagonistas. El control de malezas se realizó de forma manual durante todo el ciclo del cultivo.

El 06 de octubre debido a la presencia de pulgones en algunas plantas se debió hacer un manejo de plagas, por lo que se realizó una aplicación del producto comercial Karate (i.a. Lambdaihalotrina) con una dosis de 9 cc 15 L⁻¹. Posterior a esto se realizó otra aplicación el día 05 de noviembre del mismo producto comercial con la misma dosis debido a la aparición de gusano alambre (*Agriotes lineatus*) en algunas plantas.

3.3 Cosecha.

La cosecha se llevó a cabo en forma manual, cuando los cultivares presentaron una condición óptima de mercado, lo cual se definió en relación a la compactación (firme al tacto) y tamaño de la cabeza (mínimo 20 cm diámetro).

La cosecha para el cultivar de hoja lisa “Judge”, se realizó el día 27 de diciembre de 2009, el cultivar de repollo morado “Ruby King” se cosechó el día 08 de enero de 2010, y el último cultivar en cosecharse fue el cultivar de hoja crespada “Siboney” el día 23 de enero de 2010 (ANEXO 1).

3.4 Mediciones.

Para la obtención de datos se contemplaron mediciones destructivas (laboratorio y biomasa) y de campo, de acuerdo al desarrollo fenológico de las plantas indicado por WIEN (1997).

Se determinó específicamente:

- Peso fresco y seco al término de las etapas más importantes dentro de la fenología (muestreo destructivo de 1m lineal, 3 plantas), vale decir: trasplante, período de inicio de formación de cabeza y cosecha. Cada uno de estos muestreos además contempló medición de número de hojas y altura de la planta. Los datos diferenciaron el Peso Fresco útil (PF_u) de planta (cabeza) de la biomasa total (PF_t), que considera hojas iniciales no aptas para el consumo.

Para cumplir con parte de los objetivos específicos (ontogenia), semanalmente se realizaron otras mediciones de apoyo a las biomásas en campo no destructivas, con el fin de llevar a obtener datos sobre la dinámica de crecimiento y desarrollo del cultivo. Las mediciones fueron:

- Altura de las plantas y número de hojas.
- Diámetro polar y ecuatorial de la cabeza.

La medición de la altura de plantas se realizó desde el cuello de la planta hasta el término de la hojas más larga, utilizándose la misma metodología para cada cultivar.

El ensayo contempló las mediciones de campo siempre para las mismas plantas de todos los cultivares. Los resultados de biomásas destructivas consideraron otras

plantas al interior de las subparcelas, salvo para la biomasa 3 que se tomaron las mismas plantas de medición de campo como final del ciclo de cultivo e investigación.

Además, al cosechar los distintos cultivares, se sacaron al azar 9 repollos de cada variedad con el objetivo de estimar la deshidratación. Los ensayos se dispusieron en la cámara de frío de la Estación Experimental Santa Rosa que mantiene una temperatura entre 2-3° C, y se pesaron cada cinco días aproximadamente.

3.5 Climatología.

Con el objetivo de realizar una curva de crecimiento asociada a la acumulación de grados días para cada etapa de desarrollo se trabajó con las temperaturas obtenidas de la Estación Meteorológica Santa Rosa (Davis instruments Vantage Pro ® Data Logger 6510C, Ca, USA).

3.6 Diseño experimental.

El diseño experimental corresponde a bloques completos al azar con tres repeticiones. Los datos, una vez comprobada la normalidad, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA, $\alpha=0,05$) para las variables anteriormente citadas. En caso de haber diferencias significativas, se aplicó el test de comparaciones mínimas de Tukey.

4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se darán a conocer y discutirán los resultados obtenidos de los análisis realizados a lo largo del estudio.

4.1 Biomasa.

Para describir con más detalle las mediciones de cada órgano de la planta se dividirá en cada uno de ellos.

4.1.1 Número de hojas no comestibles.

Como se indicó anteriormente, las plantas se llevaron a campo cuando estas alcanzaron de 4 a 6 hojas en promedio, correspondiendo al 01 de septiembre. Posterior al trasplante ocurrieron tres heladas siendo de -1,1; -1,3 y -1,4 °C, temperaturas obtenidas de la Estación meteorológica de Santa Rosa. Estas temperaturas dañaron las hojas existentes, pero en distinta magnitud para cada uno de los cultivares, siendo el más afectado el cultivar Siboney, y el menos afectado el cultivar de hoja morada Ruby King, en el cual algunas hojas resistieron las bajas temperaturas. CHALKER-SCOTT (1999), indica que algunas especies como respuesta a un estrés por frío sintetizan antocianinas que podrían tener un efecto sobre la capacidad de resistencia o tolerancia al estrés térmico. Estos datos ya habían sido considerados por Mc KOWN *et al.* (1996), en donde demostraron que existe una cierta coincidencia entre la biosíntesis de antocianinas y la tolerancia a la congelación.

La exposición de las hojas externas son las que determinan la capacidad de fotosíntesis de la planta, por lo que poder medir estas mismas, determinarán las respuestas diferentes entre los cultivares. Los resultados para Ruby King, Judge y Siboney muestran que el cultivar Judge tiene el mayor número de hojas, pero como se observará más adelante presenta el menor rendimiento (Kg ha^{-1}).

Algunos datos productivos para evaluar a los repollos se relacionan con desarrollo del número de hojas m^{-2} para cada uno de los cultivares. Como se puede apreciar en la Figura 3, que muestra la dinámica de la emisión de hojas, a los 20 días después de trasplante (DDT) comienza nuevamente la producción de hojas posterior al daño

ocurrido por las heladas, las que van aumentando paulatinamente, hasta el día 70 aproximadamente, en donde comienza la senescencia de las hojas en mayor proporción que la tasa de generación de las hojas, en esto influyó directamente el comienzo de la etapa de formación de cabeza (IFC), porque según Hara y Sonoda (1981) citados por WIEN (1997), el 40% del carbono asimilado durante el periodo de siembra a inicio de formación de cabeza se traslada al crecimiento de la cabeza.

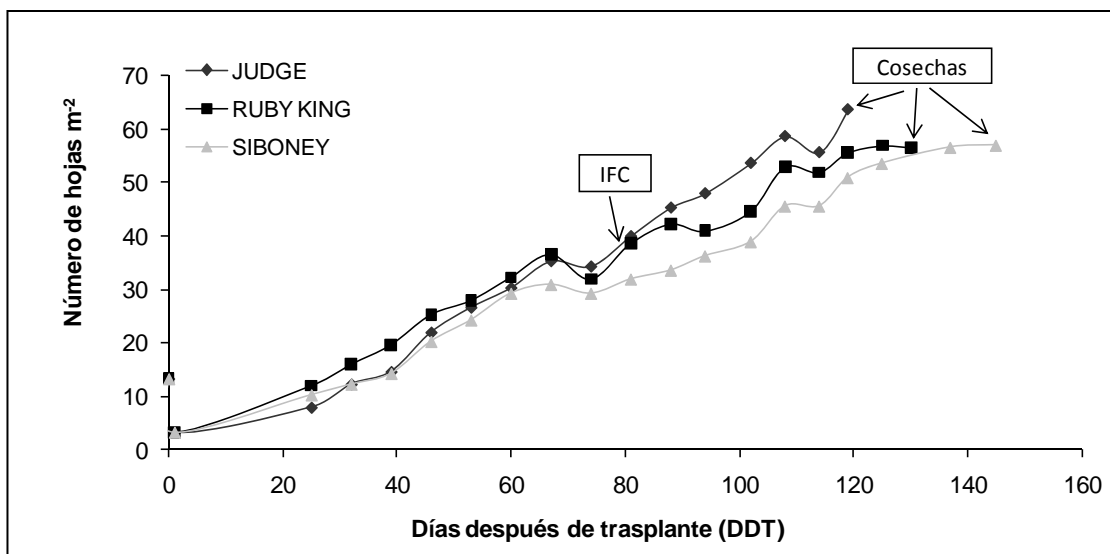


FIGURA 3 Dinámica del número de hojas externas promedio de los cultivares a través del tiempo.

Para los cultivares Judge, Ruby King y Siboney el número de hojas externas promedio al momento de cosecha fue de 19,16 y 17 respectivamente. Existiendo una diferencia significativa entre los cultivares Ruby King y Judge, como se aprecia en el Cuadro 4.

Al considerar el número total de hojas externas, incluyendo las hojas secas producidas durante el ciclo del cultivo, también existe una diferencia significativa (Cuadro 4), pero esta vez es entre los cultivares Ruby King y Siboney, coincidiendo en una menor producción de hojas externas para las hojas funcionales y totales al momento de la cosecha el cultivar Ruby King. Esto se debería a una variabilidad propia del cultivar más que a condiciones ambientales.

CUADRO 4 Número de hojas no comestibles promedio a la cosecha por repollo.

Cultivar	Hojas (funcional)	Hojas (funcional + secas)
Ruby King	16a	20a
Siboney	17ab	24b
Judge	19 b	22ab

Letras distintas indican diferencias significativas $P < 0,05$.

4.1.2 Altura de la planta. El desarrollo de las plantas puede estar descompuesto entre el largo de la hoja y la proporción de tallo, pudiendo influir directamente en el rendimiento, ya que puede competir por más recursos ambientales, respecto a otro cultivar que tenga hojas más pequeñas.

El cultivar Siboney difiere significativamente de los otros en altura de plantas, como se puede apreciar en el Cuadro 5. En la Figura 4 se puede ver la evolución para cada uno de los cultivares a través del tiempo, observándose el mayor crecimiento en conjunto con el inicio de formación de cabeza, que corresponde a 80 DDT.

CUADRO 5 Altura de la planta promedio al momento de cosecha.

Cultivar	Altura de plantas (cm)
Ruby King	48,1 a
Judge	48,2 a
Siboney	54,9 b

Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$.

En este análisis coincidió el cultivar Siboney, como el que tiene mayor altura y rendimiento por hectárea.

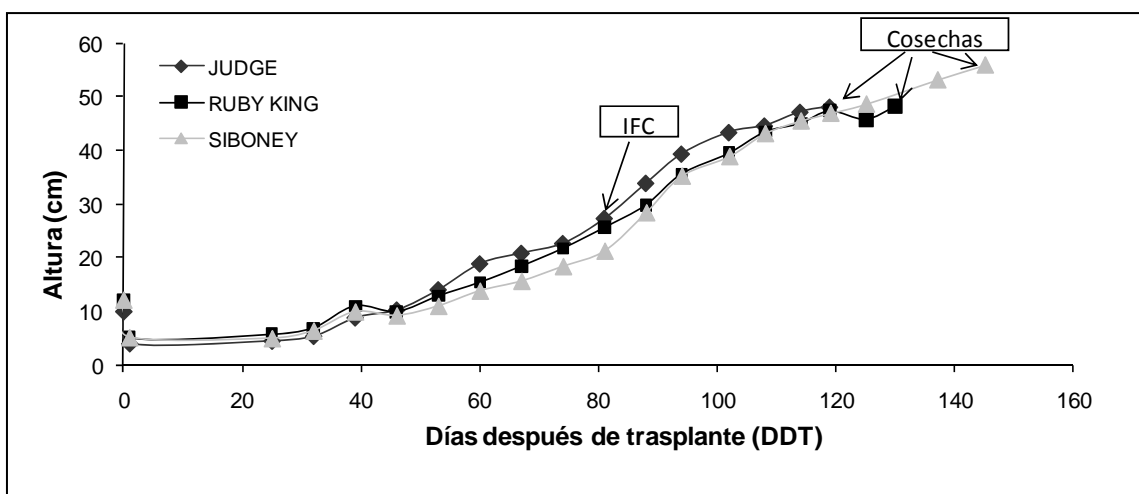


FIGURA 4 Altura de los cultivares durante el ciclo del cultivo.

4.1.3 Evolución del diámetro ecuatorial y polar de la planta. El diámetro ecuatorial presentó diferencia significativa entre los cultivares, presentando el mayor diámetro ecuatorial el cultivar Siboney, como se indica en la Figura 5. Esta condición de mayor diámetro ecuatorial se pudo deber a la condición de hoja “rizada”, además de que este cultivar coincide con el más alto rendimiento por hectárea, y su mayor peso individual. Por el contrario, los cultivares con menor diámetro ecuatorial fueron el cultivar Ruby King (hoja morada) y Judge (hoja lisa).

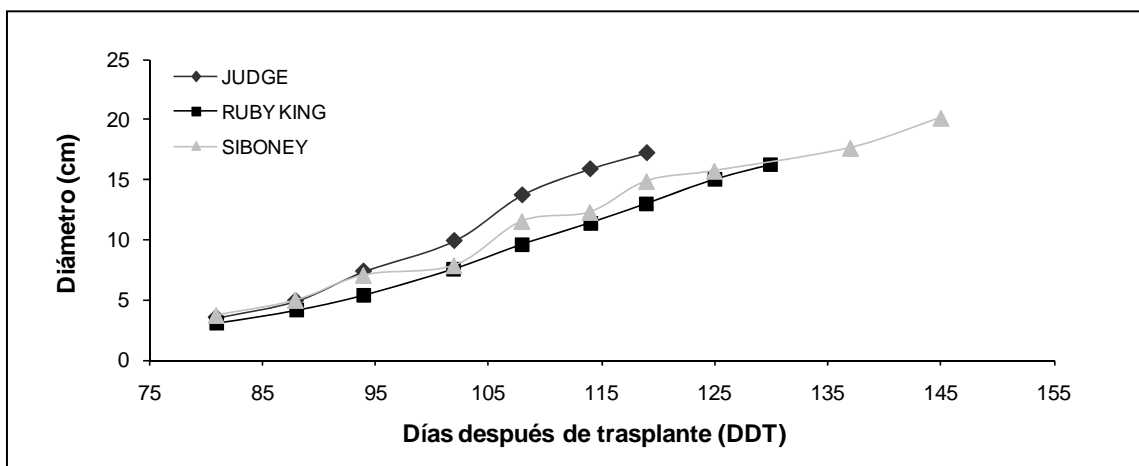


FIGURA 5 Diámetro ecuatorial de los cultivares.

Respecto al diámetro polar, existen diferencias significativas entre los cultivares, el cultivar con mayor diámetro es Judge, explicándose dicho resultado con el rápido crecimiento del tallo al interior de la cabeza, como se puede observar en el Anexo 3 este cultivar presentó un desarrollo prematuro de yemas de las hojas.

El cultivar Ruby King junto a Siboney, presentan el menor diámetro polar, indicado en la Figura 6. Del cultivar Ruby King se puede dilucidar que es de cabeza pequeña, bien compacta, ya que su peso individual está en una categoría intermedia, respecto de Siboney y Judge.

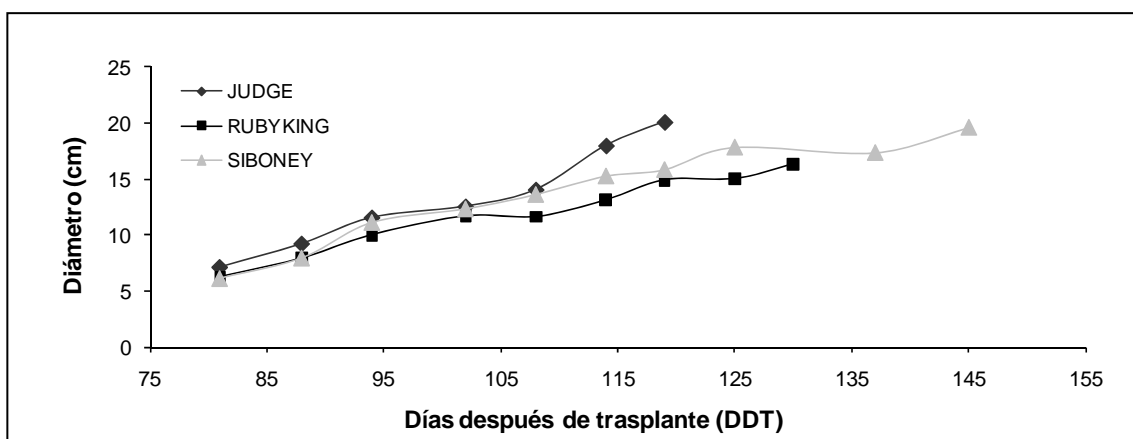


FIGURA 6 Diámetro polar de los cultivares a través del tiempo.

4.1.4 Cosecha. En general, el repollo está listo para cosecharse 3 a 5 meses después de sembrado, a pesar de que el tiempo requerido es mayormente en función de la variedad (RUBERTE Y MARTIN, 1975). En el ensayo resultó ser entre 5 y 6 meses el tiempo desde siembra a cosecha, siendo un factor influyente en este atraso, las heladas que ocurrieron los días posteriores al trasplante, afectando a las plantas, ya que estas perdieron sus hojas, lo que influyó en la mayor duración del ciclo de crecimiento, ya que estas debieron formar nuevamente las hojas producidas en la etapa de siembra - trasplante.

El conocimiento de la duración del ciclo de desarrollo del cultivo permitirá al agricultor programar sus siembras, para que los diferentes cultivares se desarrollen en la época más favorable a sus necesidades no sean afectados por las heladas o adecuar un sistema que proteja el cultivo, como en la zona norte o en la zona central que se ocupan túneles de plástico, ya sea en los estados iniciales de desarrollo, como en

aquellos de producción y para mantener el mercado abastecido durante el mayor tiempo posible, sin embargo el problema en la zona sur es la alta humedad que habría al interior y al considerar la ventilación, abrir y cerrar es molesto y laborioso, por lo que una solución precisa sería la utilización de invernaderos.

Por otra parte, un cultivar precoz presenta mayores ventajas en el uso del suelo, por lo que permite practicar un uso más intensivo de este, es decir, obtener más ciclos de cultivo en una misma superficie y por lo tanto un mayor retorno económico, pero no muchas veces este es notorio, por lo que es necesario analizar el rendimiento para tomar una decisión correcta.

Según WORK y CAREW (1955), un cultivar precoz, siendo considerado como este el cultivar que llega a su cosecha antes que el resto de sus pares, tiene generalmente un rendimiento menor que el tardío, lo que no se comprobó en el estudio, ya que considerando el peso de la cabeza comercial, no hubo diferencias significativas, siendo los tres cultivares homogéneos según el análisis estadístico. En la Figura 7 se presentan los repartos de biomasa de cada cultivar para el producto comercial, dividido en peso fresco comercial (PF_c), que considera la cabeza de repollo comercializable, peso fresco útil (PF_u), que considera solo las hojas comestibles y peso fresco de tallo y cabeza (PF_{tc}). Las líneas en la Figura indican la desviación estándar en cada análisis.

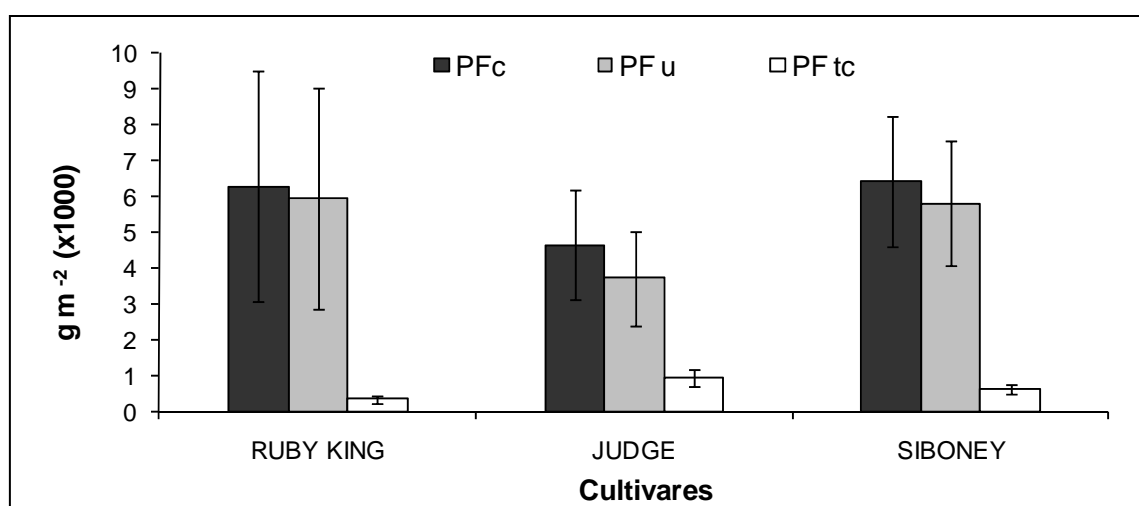


FIGURA 7 Peso fresco comercial (PF_c), peso fresco utilizable (PF_u) y peso fresco del tallo de la cabeza (PF_{tc}) al momento de la cosecha de los cultivares.

El crecimiento es una variable determinada directamente por la temperatura ambiental en la que se encuentra el cultivo durante su periodo de desarrollo, por lo que podrían explicarse los menores pesos por unidad de cabeza al ser comparados con los entregados por las casas de semillas para los cultivares Judge y Siboney, siendo el más afectado Judge. Debido a que las pruebas de los cultivares por las casas de semilla, son realizadas en la zona central, por lo que las condiciones son distintas a las evaluadas, pudiendo ser uno de los factores que expliquen estas diferencias. Además la diferencia respecto a otros parámetros evaluados de la planta (altura, número de hojas) que existen entre los cultivares, podría ser explicada con la eficiencia de cada cultivar en el medio expuesto.

Al ser analizado el rendimiento como la proporción utilizable de la cabeza, es decir sólo las hojas, dejando de lado el tallo, el análisis de varianza indicó que tampoco hay diferencia significativa, a pesar de que el cultivar con mayor proporción del total de la cabeza utilizable es Ruby King (Cuadro 6). Se puede apreciar además que el cultivar Ruby King tiene la mayor proporción utilizable que corresponde a un 95% de la cabeza cosechada, lo que nos induce a pensar que esta sería la variedad de mayor interés para la industria y por parte del productor si el sistema de pago corresponde por la cantidad aprovechable.

CUADRO 6 Valores promedio del peso (kg pl⁻¹) de la cabeza total y utilizable.

Cultivar	Peso cabeza comercial	Peso cabeza utilizable	Relación
Judge	1388,11 a	1109,33 a	0,8a
Siboney	1920,0 a	1738,13 a	0,91b
Ruby King	1878,33 a	1782,78 a	0,95c

Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$.
 * Relación entre Pcc y Pcu.

Al analizar el cultivo en sí, y obtener los rendimientos por hectárea se obtiene que los rendimientos para los cultivares Siboney, Ruby King y Judge, son 64, 63 y 46 t ha⁻¹, no existiendo diferencias significativas.

4.1.5 Reparto de biomasa al momento de la cosecha. A continuación, en la Figura 8, se muestra el reparto existente para cada órgano aéreo de la planta. Los cultivares muestran una tendencia, qué a medida que aumenta la duración del ciclo de desarrollo del cultivo, estos tienen una acumulación mayor de materia verde.

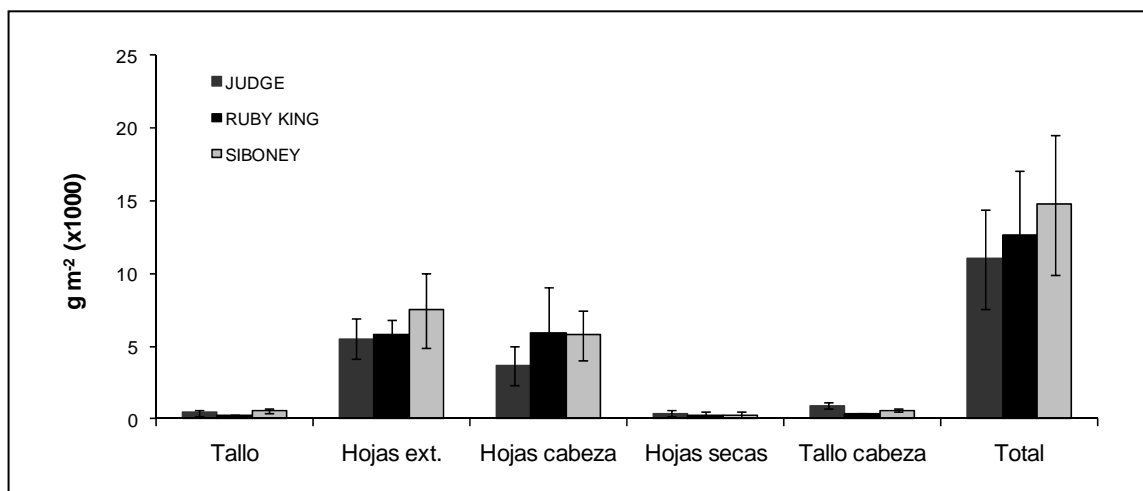


FIGURA 8 Peso fresco para cada órgano aéreo de los cultivares a la cosecha.

En la comparación del peso seco que se observa en la Figura 9 para cada cultivar, podemos observar la misma tendencia que el peso fresco, es decir aumenta en relación a la duración del ciclo, además llama la atención el gran contenido de agua que posee la cabeza de repollo. Según GEBHARDT y MATTHEWS (1988), el mayor contenido de agua lo tiene el repollo liso lo cual concuerda con el 93% que indica el resultado de este estudio. Para los cultivares de hoja crespada y morada el contenido de agua es de 91 y 92% respectivamente, valores que concuerdan con los datos obtenidos en el estudio.

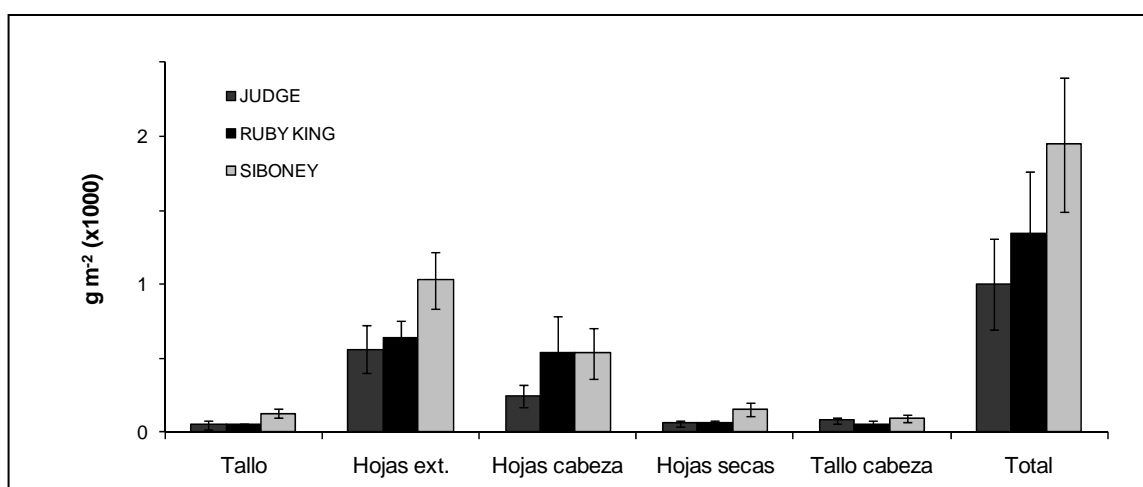


FIGURA 9 Peso seco para cada órgano aéreo de los tres cultivares estudiados a la cosecha.

4.1.6 Análisis peso seco y peso fresco de los cultivares estudiados. En la Figura 10 se muestra las mediciones en laboratorio del peso fresco y seco para los distintos cultivares. Se puede observar que el peso seco es el punto menos variable al considerar estos tres factores. También se puede indicar que los cultivares, al ser de un ciclo más largo, la acumulación de biomasa total es mayor, pero no siendo diferente significativamente para el peso de la cabeza por planta. En los pesos frescos total de Judge, Ruby King y Siboney el porcentaje de Peso fresco comercial es de 33, 44 y 33% respectivamente, y el porcentaje aprovechable (PF_u) del peso fresco total es sólo de 24% para Judge, 40% para Ruby King y 28% para Siboney.

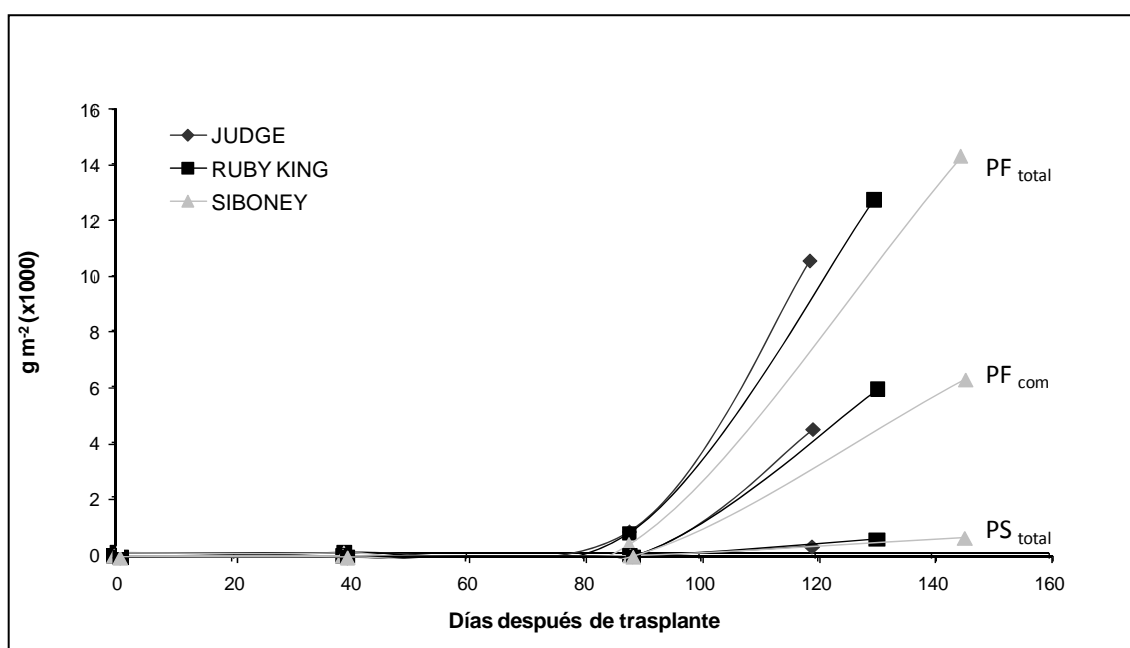


FIGURA 10 Peso fresco total (PF_{total}), peso fresco comercial (PF_{com}) y peso seco total (PS_{total}) para las etapas más importantes durante la ontogenia del cultivo.

4.2 Tasa de crecimiento de los cultivares utilizados.

El primer cultivar cosechado fue Judge, el cual acumuló $635^{\circ}\text{día}^{-1}$ durante su desarrollo, los cultivares Ruby King y Siboney acumularon 730 y $890^{\circ}\text{día}^{-1}$, respectivamente. Al comparar con los estudios de SANCHEZ (1979), las variedades

utilizadas en aquella época, para el cultivar más precoz necesitaba acumular $900^{\circ}\text{día}^{-1}$, y el más tardío más de $1200^{\circ}\text{día}^{-1}$.

Para el cumplimiento de las etapas del repollo fue necesaria la acumulación de temperatura, considerándose para el desarrollo de este trabajo una temperatura base de 5°C y la temperatura máxima de desarrollo 25°C , concordando con variados investigadores como lo son Fujime (1983), Wurr, Fellows y Hambridge (1991); Wurr, Fellows, Phelps y Reader (1995), citados por ZACCARI (2008).

En esta investigación, comparada con los estudios de SANCHEZ (1979) se puede apreciar el resultado que ha tenido el mejoramiento genético de esta especie, el cual ha ido en vías de acortar los ciclos de crecimiento vegetativo del cultivo y sin perder rendimiento.

Para los tres cultivares estudiados, el inicio de formación de cabeza comenzó en la misma fecha, por lo que se puede indicar que desde el trasplante al inicio de formación de cabeza la acumulación de tiempo térmico corresponde aproximadamente a $340^{\circ}\text{C día}^{-1}$, que como se puede apreciar en la Figura 11 es en donde incrementa una gran ganancia de materia verde la planta.

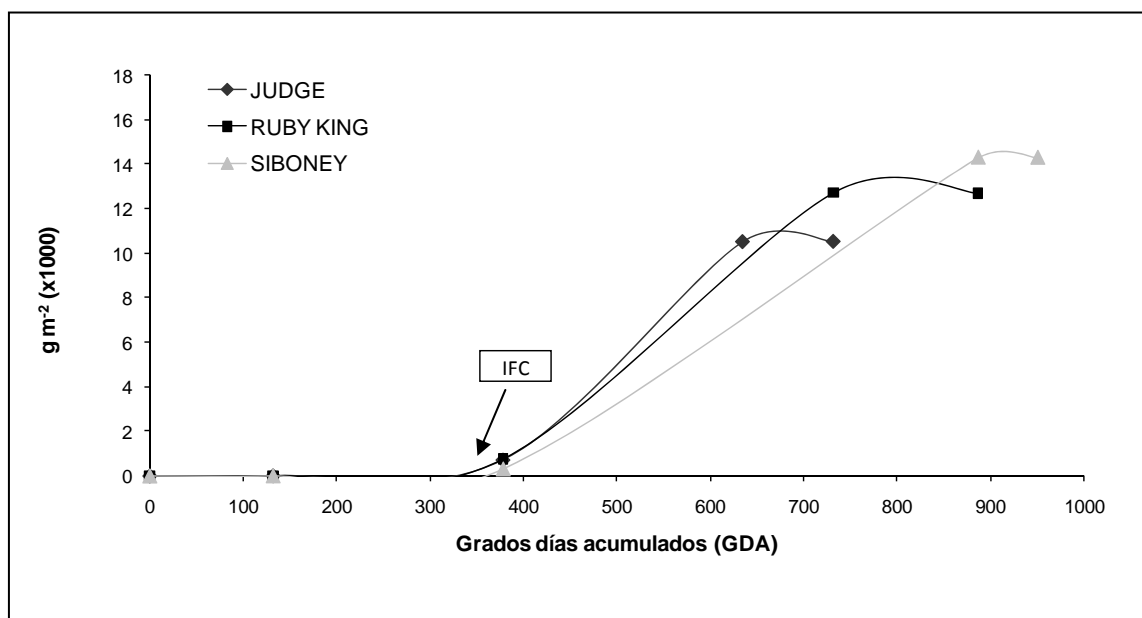


FIGURA 11 Aumento de biomasa (g m^{-2}) respecto la acumulación de tiempo térmico. (IFC: inicio formación de cabeza)

4.3 Deshidratación en frigorífico.

El interés de estimar este factor es sin duda la gran importancia que tiene la duración de la materia prima en la agroindustria, ya que de esto depende la selección del material a utilizar. Como señalaba el INTA (2009), la conservación en cámaras de frío aumenta en un 100% la durabilidad del repollo con respecto al almacenado en condiciones normales para cualquier estado.

En la Figura 12 se presenta la deshidratación después de la cosecha, después de estar almacenados en un frigorífico con una temperatura promedio de 2°C. Los cultivares al ser cosechados se les dejaban 5 hojas externas aproximadamente las que cubrían la cabeza.

La menor pérdida de peso considerando un almacenaje de 10 días postcosecha en el frigorífico la tiene el cultivar Judge, a una tasa de disminución de aproximadamente de 40 g día⁻¹, en lo que pudo haber influido el mayor grosor de las hojas y la mayor proporción de tallo. Para los cultivares Ruby King y Siboney la pérdida es de 55 y 70 g día⁻¹ respectivamente, parámetro que ayuda en la elección de un repollo para la agroindustria, ya que el material vegetal cosechado debe pasar un tiempo en las cámaras de frío a medida que se va procesando.

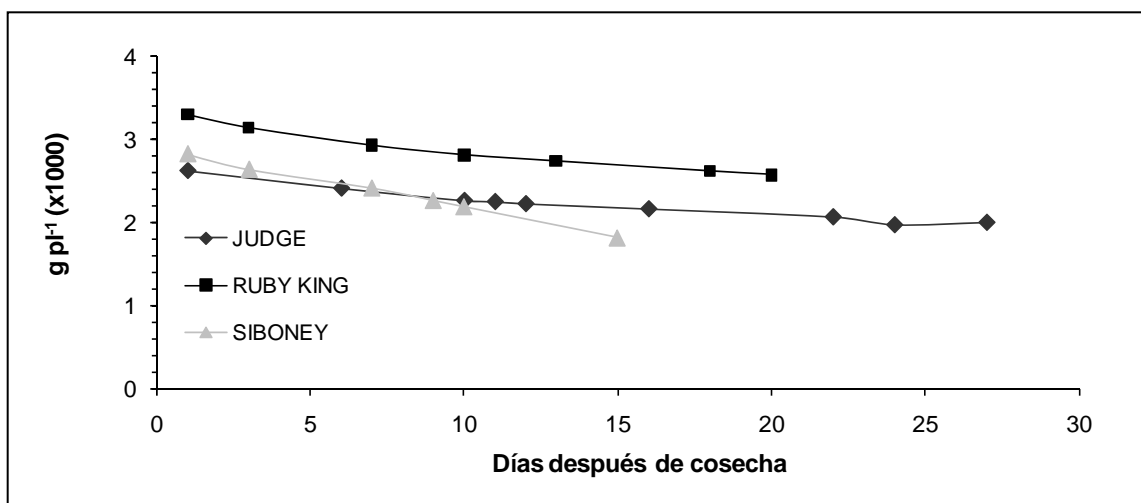


FIGURA 12 Deshidratación postcosecha en frigorífico.

4.4 Consideraciones generales de la agroindustria del repollo: Alguna empresa en Chile.

Como representante de una de las empresas en el proceso de IV^a gama en Chile, la Gerencia de calidad y desarrollo corporativo de Dole S.A. Chile, indicó que para ser proveedor de repollo es necesario contar con resolución sanitaria lo que implica uso de agua de pozo, tener bodega de químicos, servicios higiénicos entre otros. Además, comprometerse con un volumen de venta, y garantizar un precio fijo por el periodo acordado.

Las empresas en Chile, requieren proveedores que cumplan la ley para asegurar la calidad y seguridad del producto. Por lo que estas agroindustrias son muy exigentes en la calidad, el repollo debe ir sin daño mecánico, calibre acotado, sin presencia de insectos o daño por insecto. Normalmente la empresa cosecha para garantizar la calidad.

Actualmente las agroindustrias son abastecidas principalmente del norte chico (Coquimbo-La Serena). Para repollos se agrega la zona central en algunas épocas por condiciones fitosanitarias.

Algunas empresas señalan que los meses más complicados para la producción tanto de repollo morado, crespo o liso, son Septiembre, Octubre y Noviembre por lo que podría ser estratégico para la zona sur producir en esa época, siendo necesaria la incorporación de tecnologías tales como invernaderos para la protección de heladas, ya que estas pueden afectar la duración del ciclo del cultivo, tal como ocurrió durante la realización de este estudio.

Respecto a los volúmenes de venta de repollo procesado para IV^a gama, no hay información disponible públicamente, pero se señala que el repollo morado, respecto al repollo crespo o liso es aproximadamente un 10% del total, tanto picado como entero.

Dole S.A, actualmente tiene como política aumentar la venta desarrollando el mercado por aumento del consumo de vegetales. Incluyendo gente que no come, y los que comen, coman más. Actualmente, el consumir alimentos con nutraceuticos ya sea el caso del repollo morado por su contenido de antocianos, puede ser considerado por un grupo marginal de personas. El incentivar el consumo de vegetales en general por sus variados beneficios, es una herramienta más efectiva. Además a una persona que no

le gusta el repollo, o se hincha, no lo va a comer aunque tenga algún beneficio a la salud.

Se debe trabajar para aumentar el consumo promedio de vegetales, y así aumentar el consumo de repollo, que, como se indicó anteriormente, es uno de los vegetales más consumidos junto a la lechuga, el apio y la zanahoria.

Consultas a empresas del sector agroindustrial (Alifrut, Agrinova) señalan que debido al manejo postcosecha para el envasado del repollo picado, no lo utilizan, además de que se han especializado en congelados, tales como espinacas, maíz dulce y arvejas que son ampliamente consumidos.

5 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que:

- Se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación. Los cultivares de repollo no presentan diferencias estadísticas en su comportamiento agronómico asociado al medio ambiente para uso agroindustrial.
- Los cultivares estudiados no presentan diferencias en los repartos de biomasa durante la ontogenia del cultivo.
- Sin embargo para la relación utilizable de los cultivares, el mejor comportamiento frente a los factores imperantes en la zona la tuvo el cultivar Ruby King.
- Como resultado de la condición de manejo del cultivo, el ciclo de este se vio extendido debido a las temperaturas bajo cero que existieron al momento de trasplante, siendo la variable climática que más afectó la ontogenia del cultivo.
- El cultivar de mayor requerimiento desde un punto de vista agronómico para los intereses del proyecto Ruby King, seguido de Siboney y Judge.
- Asociar la curva de crecimiento de los cultivares con los grados días acumulados de cada cultivar, y utilizarla como indicador de las distintas etapas de crecimiento del cultivo es un poco apresurado, ya que estudios anteriores indican que por lo menos deben haber 4 temporadas de cultivo para llegar a una curva de una buena aproximación.

6 BIBLIOGRAFIA

CANTWELL, M. y SUSLOW, T. 2007. Produce facts Coles: (de hoja, berza o repollo y variedad China). Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Postharvest Technology Research & Information Center. University of California, Davis.

CASSERES, E. 1971. Producción de hortalizas. 2ª edición. Distrito Federal, México, Herrera sucesores. 310 págs.

CHALKER-SCOTT, L. 1999, Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. Photochemistry and Photobiology 70 (1): 1 -9.

CHILE, CORPORACION DE FOMENTO (CORFO). 2002. Evolución de la Agroindustria Hortofrutícola Nacional. Santiago de Chile. 102 págs.

CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE). 2007. Resultados Censo agropecuario 2007. Superficie cultivada con hortalizas, año agrícola 2006/2007, por sistema de cultivo, según región y especie. On line <[http://www.censoagropecuario.cl/noticias/08/6/1006 2008.html](http://www.censoagropecuario.cl/noticias/08/6/1006%2008.html) > (17 jun 2009).

CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA). 2010. Boletín de los consumidores. Cuarta gama. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Gobierno de Chile. On line < <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/2313.pdf> > (23 abr 2010)

- FUENTES, F. y PEREZ, J. 2003. Cultivo del repollo. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). La libertad, El Salvador. 36 págs.
- GEBHARDT, S. y MATTHEWS, R. 1988. Nutritive value of foods. USDA-HNIS, Home and Garden Bull. 72, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, U.S.A., 72p
- GIACONI, V y ESCAFF, M. 2001. Cultivo de hortalizas. 15ª ed. Santiago de Chile, Universitaria. 336 págs.
- GIACONI, V. 1976. Cultivo de hortalizas. 3ª ed. Santiago de Chile, Universitaria. 336 págs.
- GOMEZ, L. 1983. Comparación de métodos mecánicos y químicos de control de malezas en repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) y coliflor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis). Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Tesis Licenciado en Agronomía. 75p.
- KEHR, E. 2005. Seminario: Fitosanidad en hortalizas para la zona sur. Aspectos generales de la horticultura de la IX región Serie Actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias. CRI Carillanca, Temuco. No. 31, 122 págs.
- McDONALD, R. 1987. Suelos con aptitud hortofrutícola. *In*: Contreras, A., Medel, F. y Krarup, A. Perspectiva hortofrutícola de la Región de los Lagos (X). Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia. Pp: 12-19.
- McKNOW, R., KUROKI, G. y WARREN, G. 1996. Cold responses of Arabidopsis mutants impaired in freezing tolerance. J. Exp. Bot. 47, 1919-1925.

NICARAGUA, INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA), 2009. Manejo de cosecha y postcosecha del repollo. On line <http://www.funica.org.ni/docs/pos_coce_12.pdf>

NIEUWHOF, M. 1969. Cole crops. Botany and utilization. London, World Crops Books. 353 págs.

PLETSCH, R. 2006. El cultivo del Repollo. Proyecto regional de pequeños y medianos productores. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro regional INTA Corrientes, Argentina. 11 págs.

REPUBLICA DOMINICANA, FUNDACION DE DESARROLLO AGROPECUARIO (FDA). 1993. Cultivo del repollo. Boletín técnico N° 18. Centro de Información FDA. Santo Domingo, Republica Dominicana. 22 págs.

SANCHEZ, I. 1979. Comportamiento preliminar de cultivares de betarraga (*Beta vulgaris* L.) y repollo (*Brassica oleracea* var. capitata L.) en Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 41 págs.

STRANDBERG, J. 1979a. Growth and phenology of cabbage in a winter production area. Proc. Fla. State Hort. Soc. 92:93-96.

STRANDBERG, J. 1979b. Estimating fresh market cabbage maturity dates in a winter production area. Proc. Fla. State Hort. Soc. 92:96-99.

VOLOSKY, E. 1974. Hortalizas: cultivo y producción en Chile. Santiago. Ediciones de la Universidad de Chile. 353p.

WIEN, H. 1997. The physiology of vegetable crops. Wallingford, CAB International. 622 págs.

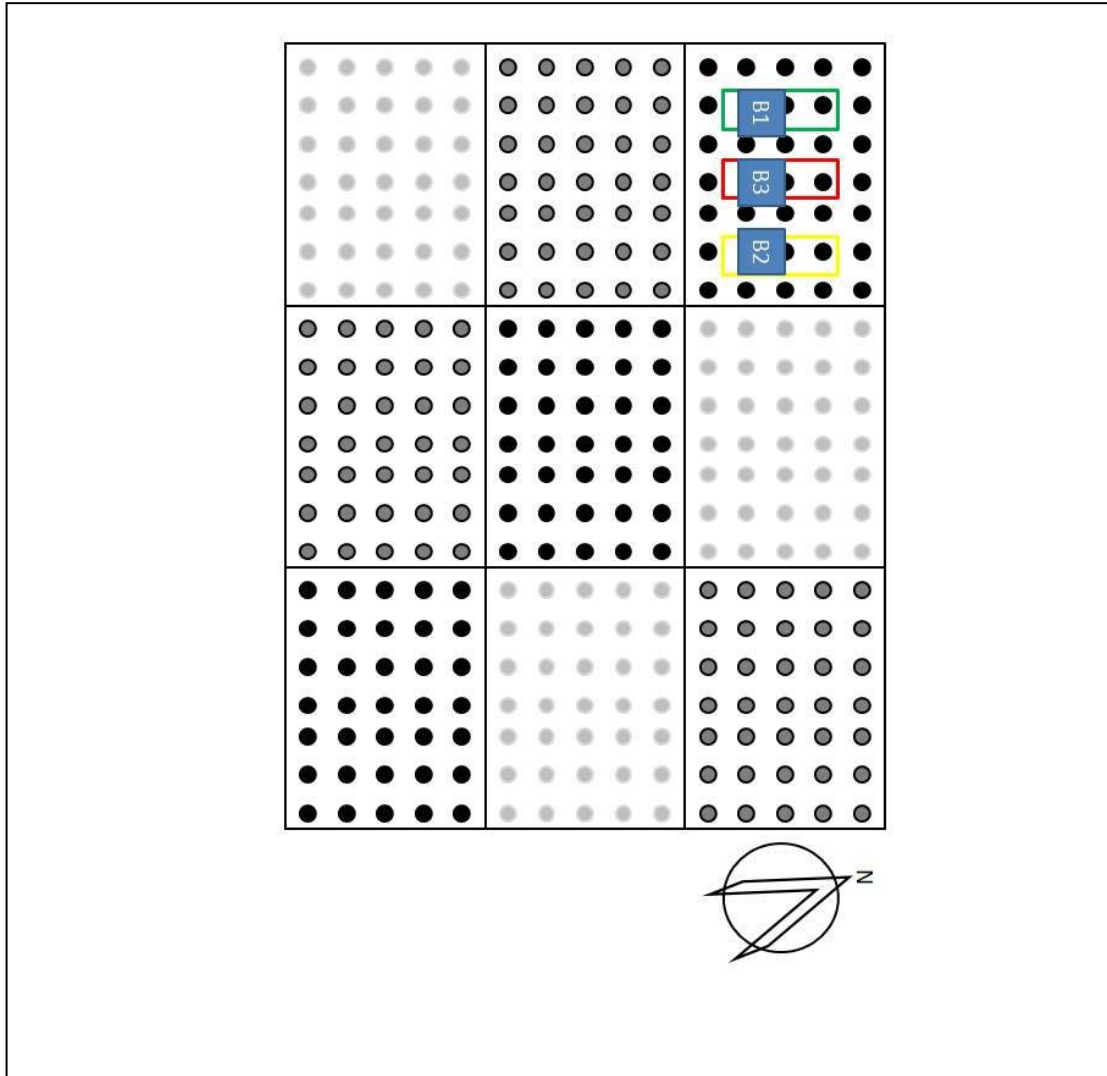
WORK, P. y CAREW, J. 1955. Vegetables production and marketing. 2ª ed. New-York, John Wiley. 537p.

ZACCARI, F. 2008. Crucíferae (Brassicaceae). Curso de horticultura. Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Universidad de La República. Uruguay. On line < <http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO%20HORTICULTURA/CRUCIFERAS/Cruciferas1.pdf>> (10 may 2010).

7 ANEXO

A continuación se presentarán algunas imágenes que dan antecedentes de los cultivos estudiados.

ANEXO 1 Corte longitudinal de los cultivares a la cosecha.**Cultivar: SIBONEY****Cultivar: JUDGE****Cultivar: RUBY KING**

ANEXO 2 Esquema del ensayo en la estación experimental.

ANEXO 3 Guía para estimar humedad utilizable que ha sido extraída del suelo.

Falta de humedad	Tacto y aspecto de la falta de humedad, en cm de agua por metro de suelo.			
del suelo	Textura gruesa	Textura gruesa moderada	Textura media	Textura fina o muy fina
0% (Capacidad de campo)	Cuando se comprime no sale agua de la porción de terreno, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano 0,0	Cuando se comprime no sale agua de la porción de terreno, pero queda una huella húmeda en de la pella de tierra en la mano. 0,0	Cuando se comprime no sale agua de la porción de terreno, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano 0,0	Cuando se comprime no sale agua de la porción de terreno, pero queda una huella húmeda de la pella de tierra en la mano 0,0
0-25%	Tendencia a aglomerarse, si bien ligeramente; a veces, y bajo presión, permite la formación de una bolita que se disgrega fácilmente. 0,0 a 1,7	Se puede formar una bolita con dificultad, que se rompe fácilmente y que no es pegajosa, es decir no se adhiere a la mano. 0,03 a 3,4	Se puede formar una bolita que se moldea fácilmente y es muy pegajosa si hay un contenido relativamente alto de arcilla. 0,0 a 4,2	Se forma cilindro con facilidad cuando se amasa entre los dedos, tiene un tacto pegajoso. 0,0 a 5,0
25-50%	Seco en apariencia, no se puede formar una bolita amasándolo. 1,7 a 4,2	Se puede llegar a formar una bolita bajo presión. Pero no suele mantenerse compacta. 3,4 a 6,7	Se puede formar una bolita relativamente plástica que resulta algo pegajosa cuando se la presiona con los dedos. 4,2 a 8,3	Se forma una bolita o pequeño cilindro cuando se la amasa entre el pulgar y el índice. 5,0 a 10,0
50-75%	Seco en apariencia, solamente con presión no es posible hacer una bolita. 1 4,2 a 6,7	Seco en apariencia, no puede formarse una bolita empleando únicamente la presión. 1 6,7 a 10,0	Se amigaja, pero se mantiene relativamente compacta cuando se la somete a presión. 8,3 a 12,5	Relativamente moldeable, se puede formar una bolita cuando se presiona un poco de terreno. ¹ 10,0 a 15,8
75-100% (100% es el punto de marchites permanente)	Seco, suelto, en granos, se disgrega entre los dedos. 6,7 a 8,3	Seco, suelto, se disgrega entre los dedos. 10,0 a 12,5	Polvoriento, seco, a veces se encuentra en pequeñas costras que se reducen a polvo al romperse. 12,5 a 16,7	Duro, muy reseco, apretado, a veces tiene costras que se disgregan en la superficie. 15,8 a 20,8

FUENTE: US Soil Conservation Service (1962)

ANEXO 4 Corte longitudinal de una de las plantas del cultivar de hoja lisa Judge al momento de la cosecha, donde se aprecia el desarrollo de las yemas.

