

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**INFLUENCIA DE TRES VOLÚMENES DE CONTENEDOR Y
CUATRO EDADES DE TRASPLANTE EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL BRÓCOLI
(*Brassica oleracea var. italica* Plenck)
CV. LEGACY, EN POCOLLAY**

TESIS

Presentada por:

Bach. DANIEL ANGEL QUENTA CAIPA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRONOMO

TACNA - PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

INFLUENCIA DE TRES VOLÚMENES DE CONTENEDOR Y CUATRO
EJEMPLARES DE TRASPLANTE EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck)
cv. LEGACY, EN POCOLLAY

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 09 DE AGOSTO DEL 2013;
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE



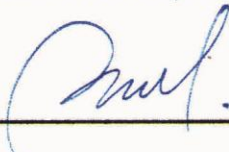
MSc. MAGNO ROBLES TELLO

SECRETARIO



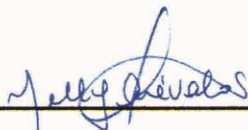
Ing. ARÍSTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

VOCAL



Ing PEDRO MARIO GALVEZ BRICEÑO

ASESOR



MSc. NELLY ARÉVALO SOLSOL

DEDICATORIA

A mi madre, padre y hermanos por su incondicional apoyo durante toda esta larga jornada que va llegando a su fin.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitir que llegue este día.

A mi familia por darme aliento en cada momento difícil.

A los amigos que me brindaron apoyo cuando lo necesitaba.

A mi asesora de tesis MSc Nelly Arévalo Solsol por mostrar siempre buena disposición para ayudar.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO	3
2.2 ORIGEN DEL BRÓCOLI	3
2.3 UBICACIÓN TAXONÓMICA	5
2.4 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA	5
2.5 EL USO DE BANDEJAS Y EL VOLUMEN DE CELDA	7
2.6 LA EDAD DE TRASPLANTE	9
2.7 ANTECEDENTES EN BRÁSICAS	10
2.8 ANTECEDENTES EN OTROS CULTIVOS	18
2.9 CRITERIOS DE CALIDAD DEL BRÓCOLI	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	24
3.2 SITUACIÓN EDÁFICA DEL CAMPO	25
3.3 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO	26
3.4 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	26
3.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	27
3.6 MATERIAL EXPERIMENTAL	28

3.6.1 Cultivar utilizado	
3.6.2 Características de las bandejas	
3.7 FACTORES EN ESTUDIO	30
3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL	30
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
3.10 ALEATORIZACIÓN DEL CAMPO	31
3.11 VARIABLES RESPUESTA	31
3.11.1 Altura de planta	31
3.11.2 Número de hojas por planta	31
3.11.3 Diámetro de la inflorescencia principal	32
3.11.4 Peso de la inflorescencia principal	32
3.11.5 Duración del ciclo de cultivo	32
3.11.6 Color de la inflorescencia principal	32
3.12 CARACTERÍSTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL	33
3.13 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	33
3.13.1 Producción de plántulas	34
3.13.2 Preparación del suelo	35
3.13.3 Riego	35
3.13.4 Fertilización	35
3.13.5 Trasplante	36
3.13.6 Control de malezas	36
3.13.7 Control de plagas	37
3.13.8 Cosecha	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39

4.1 DIÁMETRO PROMEDIO DE LA INFLORESCENCIA	39
4.2 PESO PROMEDIO DE LA INFLORESCENCIA	43
4.3 ALTURA PROMEDIO DE PLANTA	45
4.4 NÚMERO DE HOJAS	47
4.5 CICLO DE CULTIVO	50
4.6 COLOR DE LA INFLORESCENCIA	57
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	63
VIII. ANEXOS	70

RESUMEN

La presente tesis titulada “Influencia de tres volúmenes de contenedor y cuatro edades de trasplante en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli cv. Legacy, en Pocollay” tuvo lugar entre Diciembre del 2012 y Abril del 2013. Los factores en estudio fueron: volumen de contenedor (9cc, 16cc, 23cc) y edad al trasplante (21, 28, 35, 42 días). El Diseño Experimental fue en Bloques Completos al Azar con arreglo factorial.

El análisis estadístico demostró que el volumen de contenedor y la edad al trasplante no tuvieron efectos significativos en la altura de planta, número de hojas, diámetro y peso de la inflorescencia principal pero sí en el ciclo de cultivo. En las plántulas crecidas en contenedores de 23cc el ciclo fue 73,75 días. En las de 9cc el ciclo fue 75,36 días. En las plántulas trasplantadas con 42 días de edad, el ciclo fue 73,33 días; en las de 21 días, 76,10 días.

El peso medio de la inflorescencia principal fue de 1,75 kg representando 41,69 t/há.

I. INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck) es una hortaliza que se consume en fresco o en encurtidos. Es catalogada como una hortaliza con abundantes compuestos anticancerígenos en la inflorescencia y en las hojas. Entre 62 especies de hortalizas, ocupa el primer lugar en concentración relativa de vitaminas A y B₂ y dos minerales calcio y hierro.

El uso de semillas híbridas, más caras, elevan el costo de producción. Ante esa situación, la mayoría de los almácigos son producidos en bandejas de poliestireno o de plástico que tienen celdas con forma de pirámide invertida o con forma de cono que se adelgazan hacia el fondo para facilitar su extracción al momento del trasplante. Una plántula mal formada compromete todo el desarrollo futuro del cultivo y frecuentemente ocasiona pérdidas en la producción. La edad de la plántula al trasplante es un factor fundamental, pues el tiempo de permanencia en un volumen reducido de celda puede comprometer su desempeño en el campo. Por ello, la edad adecuada para realizar el trasplante está muy ligada al tipo de bandeja empleada. La literatura señala que, cuando se usan bandejas

con volumen menor, las plantas deben ser trasplantadas más jóvenes que cuando se utiliza bandejas con celdas grandes. Considerando lo específico de cada especie vegetal en respuesta a un determinado volumen de sustrato y edad de trasplante, se plantea estudiar el efecto de estos factores, en este caso, en el cultivo del brócoli.

El objetivo del presente trabajo es:

Objetivo General:

Evaluar la influencia de bandejas de germinación con diferentes volúmenes de celda o contenedor y edades al trasplante en el rendimiento y calidad del brócoli Legacy.

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de volúmenes de celda de 9cc, 16cc y 23cc en el rendimiento del brócoli.
- Evaluar el efecto de cuatro edades de trasplante 21, 28, 35 y 42 días en el rendimiento del brócoli.
- Determinar el ciclo de cultivo en días desde el trasplante a cosecha según volumen de celda y edad al trasplante.
- Evaluar el diámetro y observar el color de la inflorescencia principal, para indicar la calidad del brócoli.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO

Desde su introducción en el Perú hace más de 40 años, su cultivo se limitó a unas pocas hectáreas, incrementándose en forma significativa la producción de brócoli a partir del año 1990. En el año 1992 se sembraron 330 hás en Chincha y 70 hás en Ica (Toledo, 1995).

La superficie cosechada nacional de brócoli para el año 2010 fue de 2 493 hás con una producción de 30 914 ton y un rendimiento promedio de 12 403 kg/há (MINAG, 2011)

En Tacna el cultivo del brócoli se intensificó a partir del año 1995, abasteciendo la producción el mercado local, Ilo, Arequipa y Puno, siendo las zonas de mayor producción Pocollay, Pachía y Calientes (Colque, 2000)

Lamentablemente, las últimas ediciones de los anuarios estadísticos agropecuarios de los años 2010 y 2011, publicados por el Ministerio de

Agricultura del Perú, no registran ninguna información sobre el cultivo del brócoli en la región Tacna. Para otras brásicas (crucíferas) existe información hasta el año 2007.

El área anual dedicada al cultivo de repollo es de 19 hás, en coliflor es de 16 hás (distritos de Pocollay, Calana y Pachia). En el distrito de Tacna (Magollo, La Yarada y Los Palos) el área dedicada al cultivo de repollo es de 15 hás, en coliflor es de 7 hás (GOBIERNO REGIONAL TACNA, 2007).

2.2 ORIGEN DEL BRÓCOLI

Como centro de origen de las crucíferas existen variados antecedentes, encontrándose ciertas formas silvestres en lugares tan dispares como algunos países nórdicos de Europa y otros como Francia, España y Grecia; aunque un denominador común es que se las ubica con mayor frecuencia en zonas geográficas o países con climas típicamente costeros o de litoral. Los inicios de su cultivo son muy antiguos, encontrándose referencias históricas desde antes de la Era Cristiana (Aljaro, 2000).

La zona noreste del Mediterráneo (desde Grecia hasta Siria) sería el centro de origen más probable de esta hortaliza, siendo conocida y consumida en época de los romanos. En Estados Unidos las primeras descripciones del brócoli datan de inicios del siglo XIX (Krarup, 1998)

2.3 UBICACIÓN TAXONÓMICA

El brócoli tiene la siguiente clasificación taxonómica (Jaramillo, 2006)

Reino: Vegetal

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledoneas

Orden: Papaverales

Familia: Brassicaceae

Género: Brassica

Especie: *Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck

2.4 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

La planta desarrolla un tallo principal relativamente grueso (3 a 6 cm de diámetro), de 20 a 50 cm de alto, sobre el cual se disponen las hojas en forma helicoidal en entrenudos cortos. Las hojas son de tamaño grande de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho y varían en número de 15 a 30, según el cultivar. Presentan peciolo más desarrollado que el repollo alcanzando un tercio de la longitud total de la hoja. La lámina es entera, de borde fuertemente ondulado y presenta un tono verde grisáceo. En la base de la hoja puede dejar a ambos lados del peciolo pequeños fragmentos de lámina a modo de folíolos. La superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable (Krarup, 1998)

La inflorescencia del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta hortaliza. En nuestro medio, a la pella se le conoce como "cabeza" y se denomina florete al conjunto de flores individuales que se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la inflorescencia. Un corimbo está formado por varios floretes. El color de los corimbos incluye distintas tonalidades de verde, dependiendo del cultivar (Toledo, 1995).

Las flores son perfectas y actinomorfas. Los pétalos libres, en número de cuatro, son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz, característica que tipifica a las crucíferas.

El fruto es una silicua con más de 10 semillas, dehiscente cuando madura. Las semillas son redondas, pequeñas (2mm de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo. Un gramo de semilla contiene entre 180 y 250 semillas (Toledo, 1995).

El brócoli presenta un sistema radicular pivotante, leñoso y poco profundizador. Como la mayoría de las crucíferas, se considera de arraigamiento superficial, con raíces que alcanzan hasta 80 cm de profundidad en el perfil del suelo. Las raíces secundarias, terciarias y raicillas se concentran mayoritariamente en los primeros 40 a 60 cm de profundidad, en especial cuando se destruye la raíz primaria, como ocurre casi siempre al realizar cultivo por almácigo y trasplante (Krarup, 1998)

2.5 EL USO DE BANDEJAS Y EL VOLUMEN DE CELDA

El almácigo puede hacerse en el campo o utilizando bandejas plásticas con cavidades, en cada una de las cuales se produce una plántula (Toledo, 1995). El sistema de producción de plántulas en

bandejas no es reciente y viene siendo utilizado desde mediados de la década de los setenta en los Estados Unidos (Minami, 1995 citado por Santacruz, 2007).

En el mercado hay diversos modelos de bandejas de poliestireno expandido o de polietileno de alta densidad, con número de celdas que puede variar de 72 a 800 por bandeja; con formas y volúmenes de celda diferentes, pudiendo ser redondas, piramidales o cilíndricas. La profundidad también puede ser variable, encontrándose bandejas de 47, 60 y 120 mm de altura. Las más utilizadas para la producción de plántulas de hortalizas son las piramidales de poliestireno expandido, con 128, 200 y 288 celdas y 47 mm de altura. La elección del tamaño de celda adecuado para la formación de las plántulas depende de la especie y del tiempo que la plántula permanecerá en el recipiente (Modolo, 2012).

Estas bandejas, al tener una cantidad variable de celdas, cuanto mayor es el número de las mismas, menor es su volumen. El efecto principal de la disminución del volumen del contenedor o celda es que ello aumenta las condiciones de restricción radicular experimentadas por la plántula. Es posible que una reducción excesiva del crecimiento radical pueda afectar el desarrollo durante la etapa posterior al trasplante, como

así también el rendimiento del cultivo. Las plantas pueden sufrir cambios morfológicos y fisiológicos en respuesta a la reducción del volumen para su desarrollo radicular. El crecimiento radicular y aéreo, la acumulación y partición de biomasa, la fotosíntesis, el contenido de clorofila en las hojas, las relaciones hídricas en las plantas, la absorción de nutrientes, respiración, floración y rendimiento, son todos afectados por la restricción física de las raíces y el tamaño del contenedor (NeSmith & Duval, 1998).

El crecimiento aéreo y radicular son interdependientes, las raíces cuentan con la porción aérea para obtener fotosintatos y hormonas en tanto que la parte aérea cuenta con las raíces para la obtención de agua, nutrientes, soporte y hormonas. Este delicado balance puede ser alterado cuando las raíces son restringidas en su crecimiento por el tamaño del contenedor. Este desbalance puede tener efectos de corto y largo plazo en el desarrollo de las plantas (NeSmith & Duval, 1998).

2.6 LA EDAD DE TRASPLANTE

La “edad ideal” para el trasplante de plántulas ha sido una incógnita para los investigadores por décadas (Vavrina, 2002). Los resultados contradictorios encontrados en la literatura sobre edad de trasplante en plantines hortícolas, pueden ser debido a las diferentes condiciones

ambientales y culturales a las que estas plantas fueron expuestas tanto en el invernadero como en el campo (Vavrina, 1998).

Por ejemplo, buenos rendimientos comerciales de tomate han resultado de plántulas variando en edad de 2 a 13 semanas (Vavrina & Orzolek, 1993). Investigaciones realizadas en brócoli, pimiento y sandía mostraron similares resultados (Lamont, 1992; Weston, 1988; Vavrina *et al.*, 1993)

Hasta ahora los estudios revelan que la ventana para la edad del trasplante de ciertos cultivos, podría ser más amplia de lo que pensábamos. Las plántulas “viejas” generalmente son más precoces en la producción mientras que las plántulas jóvenes obtienen rendimientos comparables, pero en un tiempo más largo. Quizás el uso de cultivares de gran potencial, los nuevos sistemas de producción, la experiencia técnica o una combinación de estos factores, nos permitan obtener altos rendimientos independientemente de la edad de las plántulas al trasplante (Vavrina, 1998).

2.7 ANTECEDENTES EN BRÁSICAS

La formación prematura de cabezas (abotonamiento) en brócoli ha sido frecuentemente atribuida al uso de plántulas “viejas”. Al respecto, se evaluó tres cultivares de brócoli, tres tamaños de contenedor (5,9 15,5 y 24,1cc) y edades de trasplante. Usó plántulas “viejas” de 217 y 191 días y plántulas “normales” de 16 y 43 días. Antes del trasplante midió el peso fresco, altura de planta, diámetro del tallo y número de nudos, según tratamiento. El espaciamiento en campo fue de 1,50 entre líneas simples y 0,30 entre plantas. Al momento de la cosecha se cortó las cabezas con 15 cm de tallo y se midió el peso y diámetro en 10 plantas por tratamiento y repetición (Lamont 1992)

Al momento del trasplante las plántulas “viejas” tenían 3 ó 4 hojas y un denso cepellón con raíces. Eran más pesadas y más altas, con mayor diámetro de tallo y más nudos que las plántulas “normales”. Las plántulas crecidas en contenedores más grandes eran también superiores en estas características respecto a las crecidas en contenedores de menor volumen. Los cultivares se comportaron similarmente.

Las plántulas “viejas” reanudaron su crecimiento activo después de plantadas y a la cosecha, no podían ser visualmente distinguidas de aquellas plántulas trasplantadas a una edad “normal”. Aunque hubo

obvias diferencias entre las plántulas “viejas” y “normales” al momento del trasplante, no hubo consistente efecto de los tratamientos en el peso y diámetro de la cabeza al momento de la cosecha. Por lo tanto, la edad no parece influir significativamente en la calidad comercial del brócoli a la cosecha (Lamont, 1992).

Se realizaron cuatro experimentos en Florida, con plántulas de brócoli de 3, 4, 5 y 6 semanas de edad. En dos de los cuatro ensayos, la edad no tuvo efecto en el rendimiento. En los otros dos ensayos, las plántulas de 6 semanas de edad tuvieron el mayor rendimiento en un ensayo pero el menor rendimiento en el otro. (Olson and Locascio, 1990; citados por Vavrina, 1998)

Se investigaron tres cultivares de brócoli en un estudio con plántulas de 5, 6 y 7 semanas de edad, en otoño en Italia. Los investigadores encontraron una disminución lineal en el peso de las cabezas con el aumento de la edad. Pero el efecto de los tratamientos en el peso de la cabeza no fue significativo cuando se realizó el análisis estadístico. El tiempo a la primera cosecha se incrementó significativamente con el incremento de la edad; sin embargo, la incidencia de tallo hueco

disminuyó con el incremento de la edad, en este estudio (Damato *et al*, 1994; citado por Vavrina, 1998).

Al evaluar la influencia de tres volúmenes de contenedor (10, 18 y 43cc) en el cultivo del coliflor híbrido Devina con distanciamientos en campo de 0,75 x 0,35m. se obtuvo diferencias significativas para las variables número de hojas, altura de planta, peso y diámetro de la pella. Se concluyó que la disminución del tamaño de contenedores de almácigo desde 43cc a 18cc y 10cc afecta negativamente el desarrollo radicular y aéreo de las plántulas de coliflor. La sobrevivencia post trasplante no fue influenciada por el tamaño de las celdas o contenedores en que se desarrollaron las plántulas. La reducción del tamaño de contenedores favoreció la precocidad, disminuyó el tamaño de las pellas cosechadas e influyó en las categorías de calidad según diámetro (Oberpaur *et al*, 2011).

Para decidir el tamaño de los contenedores, es necesario conocer el objeto de la producción. Así, si se desea obtener coliflores de mayor calibre y peso, se deberían escoger los contenedores más grandes. Si los objetivos comerciales son obtener pellas más pequeñas, es una buena

opción seleccionar los contenedores más pequeños (Oberpaur *et al*, 2011).

En un experimento con edades de trasplante, tamaños de celda en bandeja y su efecto en la productividad del coliflor híbrido Shiromaru II. empleó bandejas de 128 celdas (34,6 cc) y 288 celdas (9,7 cc). Las plántulas se trasplantaron a los 27, 34, 41 y 48 días después de la siembra. No encontraron interacción entre factores entre ninguna de las características evaluadas. Las variables evaluadas: número de hojas por planta, diámetro de la cabeza y producción total no fueron influenciadas por la edad de trasplante de las plántulas. El valor máximo para el peso medio de la cabeza fue 319 gr, en plántulas de 32 días y el valor mínimo para el peso medio de cabeza fue de 245,9 gr. en plántulas de 48 días. En cuanto al tamaño de celda, en todas las variables evaluadas: peso fresco de cabeza, número de hojas por planta, diámetro de la cabeza, producción total y cabezas comerciales, las plántulas provenientes de celdas de 34,6 cc resultaron estadísticamente superiores (Godoy y Cardoso, 2005).

Se realizó una investigación en repollo híbrido Kenzan. Evaluaron el factor edad de trasplante (37, 41, 45, 49 y 53 días después de la

siembra). Las plántulas fueron producidas en bandejas de 128 celdas. Los distanciamientos en campo fueron de 0,5m x 0,5m. La cosecha se realizó en una única fecha, a los 3 meses desde el trasplante.

Fueron evaluados, el número de hojas externas, el número de hojas internas (que componen la cabeza), el peso fresco de la parte aérea, el peso fresco de la cabeza, la materia seca de la parte aérea y de la cabeza y finalmente el diámetro de la cabeza. No hubo efecto significativo de la edad de las plántulas de repollo para ninguna de las características evaluadas (Oliveira *et al* 2011)

Además, a pesar de que en el momento del trasplante las plántulas presentaban una nítida diferencia en cuanto a tamaño, eso sólo se observó en el campo los primeros días luego del trasplante; posteriormente no hubo diferencia visual entre las plantas de los diferentes tratamientos, demostrando la recuperación de las plantas. Probablemente el suelo con un buen nivel de fertilidad y las condiciones ambientales favorables, principalmente ausencia de lluvias intensas, favorecieron el buen desarrollo de las plantas en todos los tratamientos (Oliveira *et al.*, 2011).

En un ensayo sobre tamaño de celda y edad al trasplante en repollo híbrido King Artair; en bandejas de 128 celdas (21 cc), 200 celdas (11 cc) y 288 celdas (5cc), se trasplantó a campo plántulas con una edad fisiológica de 2, 4 y 6 hojas verdaderas; determinando al trasplante peso seco aéreo, de raíz, total y área foliar. También se registró días de trasplante a inicio de formación de cabeza y cosecha, peso y diámetro de cabeza (Ballesty *et al.*, 2010).

Al trasplante, en las edades fisiológicas consideradas, el tamaño de la celda produjo efectos significativos sobre las variables que caracterizan a la planta. El efecto favorable de las celdas de mayor tamaño sobre área foliar y el peso seco de raíz comenzó a manifestarse en plantas de 4 hojas; mientras sobre el peso seco total y aéreo lo hizo a partir de plantas con 2 hojas. El peso y el perímetro de las cabezas a cosecha no fueron significativamente modificadas por el tamaño de la celda ni por la edad fisiológica de la planta al momento de trasplante. La edad fisiológica de la planta al trasplante influyó significativamente sobre la cantidad de días requeridos para completar los sub periodos considerados. Las plantas con 2 hojas demoraron 115 días a la cosecha, las de 4 hojas 91 días y finalmente las plantas de 6 hojas demoraron 98 días. No hubo efecto del tamaño de las celdas (Ballesty *et al.*, 2010).

En brócoli híbrido Legacy, se evaluó la producción en función del tipo de bandeja y edad de la plántula, usando bandejas con 128 y 200 celdas, con un volumen de 34,6 cc y 22,3 cc por celda, respectivamente. Las edades de las plántulas al trasplante fueron 32, 39, 46 y 53 días. El distanciamiento en campo fue de 0,8m x 0,7m. Se realizaron cinco cosechas siendo evaluados el número de hojas por planta, el peso y el diámetro de cabeza. Se notó que a pesar de que al momento del trasplante hubo clara diferencia en cuanto a tamaño no hubo diferencias significativas para el volumen de celda ni para la edad de las plántulas, en las variables evaluadas a la cosecha (Kano *et al.*, 2008).

En cuanto a la duración del ciclo de las plantas del trasplante hasta la cosecha, hubo diferencia estadística entre los tratamientos. Para los dos tipos de bandejas evaluados el ciclo se ajustó a un modelo cuadrático, resultando que las plántulas trasplantadas con edades de 39 y 46 días tuvieron un ciclo más corto. Pero, a pesar de ser un dato significativo, las diferencias no pasaron de cuatro días para las bandejas con 128 celdas y de dos días para las bandejas de 200 celdas. En promedio la cosecha de cabezas se alargó dos días más cuando se utilizó bandejas con 128 celdas comparado con las bandejas de 200 celdas (Kano *et al.*, 2008).

En un trabajo de investigación en Guatemala, se evaluó 3 distanciamientos de siembra en campo definitivo, 3 volúmenes de celda (12cc, 17,5cc y 23cc) y 2 híbridos de brócoli (Legacy y Marathon). Bajo las siguientes condiciones: temperatura media 18,8°C; precipitación media anual de 1000 – 1500mm y una altura de 1750 msnm.

Para el factor volumen de celda no se encontró diferencias estadísticamente significativas para las variables altura de planta, número de hojas, diámetro y peso de la inflorescencia principal. El híbrido Legacy obtuvo como promedio 18,5 hojas, altura de planta de 53cm, diámetro y peso de la inflorescencia principal 14,74cm y 446g, respectivamente (Lopez, 2000)

2.8 ANTECEDENTES EN OTROS CULTIVOS

Se condujo un experimento en el estado de Táchira, a fin de evaluar el efecto de volúmenes de celda (12, 25, 43 y 72cc) y la edad de la plántula al trasplante (18, 30 y 42 días) en la producción de tomate híbrido Soberano. Los resultados mostraron que no hubo interacción significativa entre los factores volumen de celda y edad al trasplante, por lo que la influencia de los factores se consideró por separado. Para el factor edad

al trasplante, el mayor rendimiento se obtuvo con plántulas de 42 días de edad (3 184 g/pl). Para el factor volumen de celda el mayor rendimiento se obtuvo con plántulas crecidas en celdas de 72cc con 3 181 g/pl; el segundo lugar fue para las plántulas crecidas en celdas de 12cc con 2 769 g/pl (Vega, 2010).

Con el objeto de evaluar volúmenes de celda, edades al trasplante y su efecto en la calidad de plántulas y en la producción de tomate híbrido Neptuno, se condujo un experimento donde se utilizó bandejas con volúmenes de celda de 121,2cc; 34,6cc; 12cc y 14cc. Las edades al trasplante fueron 19, 24, 29 y 34 días después de la siembra.

Los volúmenes mayores de celda (121,2cc y 34,6cc) presentaron mejor calidad de plántulas y los volúmenes menores presentaron plántulas etioladas, raquílicas y desuniformes. Con relación a la variable evaluada producción total por planta, no hubo diferencias entre los tratamientos ensayados (en promedio 7 529 g/pl) pero se obtuvo precocidad en la cosecha con plántulas provenientes de celdas con volúmenes mayores (Santacruz, 2007)

El rendimiento total en sandía Charleston Grey, en evaluaciones de campo en Florida, no fue afectado por la edad al trasplante (3, 4 y 5 semanas desde la siembra) o el tamaño de celda (18,8 30,7 y 65,5cc). La interacción tampoco resultó significativa. El cultivo se condujo con un marco de plantación de 3m x 1m. El rendimiento promedio obtenido fue de 50 t/há (Vavrina *et al.*, 1993).

Un estudio posterior con sandía Crimson Sweet reveló que ni la precocidad ni el rendimiento total fue afectado por la edad al trasplante (3, 5, 7, 9, 11 y 13 semanas desde la siembra). Se utilizó bandejas con 34cc de volumen de celda. Estos resultados indican que las plántulas de sandía producen rendimientos similares independientemente del volumen de celda o de la edad al trasplante. Así, incluso con diferentes prácticas culturales o condiciones ambientales, las plántulas de sandía de hasta 13 semanas de edad rinden similar a las plántulas de 4 semanas de edad, las que habían sido consideradas como ideales para el trasplante (Vavrina *et al.*, 1993).

2.9 CRITERIOS DE CALIDAD DEL BROCOLI

Los criterios de calidad del brócoli incluyen los siguientes (Toledo, 1995):

- Diámetro, color y compactación de la cabeza.
- Incidencia de daños por deterioro, sobremaduración, congelamiento, marchitez, sanidad, insectos y daño físico.

Las escalas que rigen en el mercado de productores de Tacna son, según Colque (2000).

- Brócoli de primera: de 1,6 a 2,0 kg
- Brócoli de segunda: de 1,0 a 1,5 kg
- Brócoli de tercera: de 0,5 a 1,0 kg

Cuando el destino de comercialización es el mercado local se consideran de importancia las siguientes características: la compactación de los floretes que componen la cabeza central, con la punta bien cerrada y sin indicios de floración; el color verde intenso; el peso de referencia entre 1000 a 1500 g libres de problemas fitosanitarios (Colque, 2000; citando a Agroeconómico, 1991).

Los brócolis se clasifican en dos categorías:

Categoría Primera: Los brócolis clasificadas en esta categorías deberán ser de buena calidad y presentar las características propias de la variedad.

Las inflorescencias deberán:

Estar bien formados y firmes.

Tener la inflorescencia bien tupida.

Tener color uniforme entre verde y verde azulado.

Estar exentas de defectos tales como: manchas, rastros de helada o magulladuras.

Categoría segunda:

Las inflorescencias podrán:

Tener las inflorescencias ligeramente separadas.

Estar levemente deformadas.

Las inflorescencias podrán presentar:

Ligeras quemaduras de sol.

Ligeros ataques de plagas.

Ligeras magulladuras y ligeros daños superficiales debido a heladas
(Zárate, 2009)

Las pellas de coliflor según su diámetro se clasifican en las siguientes categorías, que se presentan en el cuadro 1 (Oberpaur, 2011)

Cuadro 1. Categorías de brócoli según diámetro (cm)

CATEGORÍA 1°	CATEGORÍA 2°	CATEGORÍA 3°
Mayor de 16 cm	14,0 - 15,9 cm	12 – 13,9 cm

Fuente: Oberpaur (2011)

El brócoli según el color, puede clasificarse en las siguientes categorías, como se ve en el cuadro 2 (Cayambe, 2011; citando a Huertos GZ, 2011):

Cuadro 2. Categorías de la inflorescencia de brócoli según color

COLOR	CATEGORIA
Verde oscuro intenso	4
Verde gris	3
Verde azulado	2
Otros colores	1

Fuente: Cayambe (2011)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.

La presente investigación se realizó en el fundo “El Guayabo”, sector de riego Caplina, en el distrito de Pocollay, región Tacna; propiedad del señor Jorge Maquera Coaquera. La ubicación geográfica es la siguiente:

Latitud: 17° 56' 56”
Longitud: 70° 11' 10”
Altitud: 613 m.s.n.m.

El terreno donde se realizó el experimento estuvo cultivado con lechuga. Según el propietario, nunca ha cultivado brócoli, coliflor, repollo, nabo o rabanito; especies pertenecientes a la misma familia.

3.2 SITUACIÓN EDÁFICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Para determinar las características fisicoquímicas se llevó muestras de suelo, para su análisis, al laboratorio CITELAB Módulo de Servicios Tacna, ubicado en las instalaciones del Proyecto Agrario de Pocollay. Los resultados se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características físico químicas del suelo

ANÁLISIS FÍSICO	MÉTODO	RESULTADOS
Arena Limo Arcilla Textura	Hidrómetro de Bouyucos	75.08 % 22.9 % 2.0% Arena franca
ANÁLISIS QUÍMICO		RESULTADOS
pH C.E.dS/m M.O. N P K ₂ O	Potenciométrico Conductimétrico Volumétrico Kjeldahl Olsen Modificado Espectrofotométrico	6,89 4,22 3,80% 0,2 % 3,81 ppm 737 ppm

Fuente: CITELAB – MODULO DE SERVICIOS TACNA. Cód. CLAB.M62 - 13

Según el cuadro 3, la clasificación textural del suelo corresponde a:

“arena franca”, presenta un pH neutro, sin problemas de salinidad y con un contenido medio de materia orgánica y bajo en fósforo.

3.3 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELO

Considerando:

Profundidad= 0,3 m.

Volumen de suelo= 3 000 m³

Densidad aparente= 1,5

Peso de suelo= 4 500 ton

Se tiene:

N = 270 kg/há

P₂O₅= 39,3 kg/há

K₂O= 3 316 kg/há

3.4 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL BRÓCOLI

Es una planta neutra al fotoperiodo, las primeras etapas de desarrollo pueden ser con temperatura elevada (20 – 25°C), sin embargo en la época de crecimiento y formación de la inflorescencia es aconsejable temperaturas moderadas que fluctúen alrededor de los 15°C. Con temperaturas mayores de 20°C hay una maduración prematura del primordio floral. Si la temperatura es alta el crecimiento es anormal,

generalmente excesivo, las cabezas son poco compactas, descoloridas y con un sabor fuerte, las yemas florales se abren prematuramente, los tallos son grandes y huecos. El crecimiento es favorecido por la humedad ambiental, por lo que su cultivo en zonas costeras es altamente favorable (Jaramillo, 2006)

3.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Cuadro 4. Registro de temperatura, humedad relativa y precipitación periodo diciembre 2012 – abril 2013

MESES	TEMP. MÁXIMA °C	TEMP. MÍNIMA °C	TEMP. MEDIA °C	H.R. %	PRECIPITAC. (mm)
DIC. 2012	25,3	13,8	19,5	70	0
ENERO 2013	26,2	14,4	20,3	70	0,02
FEBR. 2013	27,5	15,2	21,3	68	0,05
MARZO 2013	27,4	15,6	21,5	71	0,08
ABRIL 2013	25,5	13,4	19,4	72	0

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)- TACNA Est. Calana

3.6 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.6.1 Cultivar utilizado

“Legacy” es un brócoli híbrido de excelente comportamiento, tanto para fresco como para congelado. Presenta cabezas grandes y pesadas, compactas y muy firmes, de grano fino. Forma de domo perfecto, floretes simétricos y de color verde oscuro. Buena uniformidad y vigor de planta, desarrolla pocos brotes laterales (Seminis, 2006).

Mejor adaptado a condiciones frescas (cosechas de otoño invierno), este líder ofrece alto potencial de rendimiento y excelente calidad. Dependiendo de las condiciones ambientales, su ciclo varía entre los 85 a 90 días después del trasplante (Seminis, 2006).

3.6.2 Características de las bandejas

Las bandejas utilizadas fueron de 128 celdas (23cc), 162 celdas (16cc) y 288 celdas (9cc); de material plástico rígido, color negro.

3.7 FACTORES DE ESTUDIO:

Se evaluaron dos factores:

Factor A: Volumen de celda (cc)

Factor B: Edad de trasplante (días)

Resultaron 12 tratamientos cuyas combinaciones se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Arreglo de tratamientos

FACTOR A		FACTOR B		TRATAMIENTOS
a1	9 cc	b1	21 días	T ₁
		b2	28 días	T ₂
		b3	35 días	T ₃
		b4	42 días	T ₄
a2	16 cc	b1	21 días	T ₅
		b2	28 días	T ₆
		b3	35 días	T ₇
		b4	42 días	T ₈
a3	23 cc	b1	21 días	T ₉
		b2	28 días	T ₁₀
		b3	35 días	T ₁₁
		b4	42 días	T ₁₂

Fuente: Elaboración propia

3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se instaló en base a un Diseño en Bloques Completos Aleatorios, con arreglo factorial 3 x 4, con 4 repeticiones, 12 tratamientos y un total de 48 unidades experimentales.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se realizó mediante el análisis de varianza a un nivel de significación $\alpha = 0,05$ y $0,01$ y en caso de significación estadística, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de medias de Duncan a un nivel del $0,05$. Para tal efecto se usó el programa estadístico InfoStat versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012)

3.10 ALEATORIZACION DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Se asignó los tratamientos aleatoriamente a las unidades experimentales, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4 Aleatorización del campo experimental

Bloque IV	T ₁₁	T ₁₀	T ₈	T ₆	T ₁	T ₅
	T ₄	T ₉	T ₇	T ₁₂	T ₂	T ₃
Bloque III	T ₁₂	T ₈	T ₁	T ₂	T ₆	T ₁₁
	T ₅	T ₃	T ₇	T ₄	T ₉	T ₁₀
Bloque II	T ₅	T ₁	T ₉	T ₁₁	T ₂	T ₇
	T ₆	T ₁₂	T ₄	T ₁₀	T ₃	T ₈
Bloque I	T ₆	T ₇	T ₁	T ₃	T ₅	T ₈
	T ₉	T ₂	T ₁₁	T ₁₀	T ₄	T ₁₂

Fuente : Elaboración propia

3.11 VARIABLES RESPUESTA

3.11.1 Altura de planta

Se midió la altura de cinco plantas antes de cosecharlas, desde el cuello, hasta el extremo superior de la inflorescencia principal.

3.11.2 Número de hojas por planta

Se contó el número de hojas de cinco plantas, inmediatamente antes de la cosecha de la inflorescencia principal, no se consideró en el conteo hojas menores de 12cm de longitud.

3.11.3 Diámetro de la inflorescencia principal

Cada inflorescencia principal fue medida en su diámetro mayor haciendo uso de un vernier. Se consideraron cinco plantas.

3.11.4 Peso de la inflorescencia principal

Se pesaron en forma individual las inflorescencias en cada cosecha, haciendo uso de una balanza digital. Se consideraron cinco plantas por tratamiento y por repetición al igual que en las demás variables.

3.11.5 Duración del ciclo de cultivo

El ciclo final en días, desde la fecha de trasplante de las plántulas hasta la cosecha fue calculado a través de la media ponderada, multiplicando el número de plantas cosechadas en cada fecha por el número de días transcurridos desde el trasplante, dividiéndose esa sumatoria por el total de plantas cosechadas en cada unidad experimental.

3.11.6 Color de la inflorescencia principal

La evaluación del color de la pella o inflorescencia principal fue visual, para ello fue guía la escala presentada por Cayambe, 2011.

3.12 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Presentó las siguientes características:

Largo del campo experimental	33, 6 m
Ancho del campo experimental	12, 6 m
Area del campo experimental	423, 36 m ²
Largo del bloque	12, 6 m
Ancho del bloque	8, 4 m
Area del bloque	105, 84 m ²
Número de cintas de riego	18
Distanciamiento entre líneas	0, 7 m
Distancia entre plantas sobre la línea	0, 6 m
Número de plantas por unidad experimental	21
Número de plantas del campo experimental	1008
Densidad poblacional	23, 809 pl/há

3.12 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

3.12.1 Producción de plántulas

Las plántulas de brócoli fueron producidas bajo sombra de malla Rachel (50% de sombra). La siembra se realizó en cuatro fechas distintas: 14/12/12, 21/12/12, 28/12/12 y 04/01/13; a fin de obtener cuatro edades de plántulas al momento del trasplante. En cada fecha se usó tres tipos de bandejas de germinación, de 9, 16 y 23 cc de volumen de celda.

Por lo tanto, fueron realizados 12 tratamientos resultantes de la combinación de tres volúmenes de celda y cuatro edades de trasplante. Las bandejas de germinación fueron rellenas con el sustrato comercial Sunshine 3, el cual contiene básicamente turba del musgo Sphagnum, que se humedeció previamente. La siembra fue manual, colocando una semilla por celda. Terminada la siembra se pulverizaron las bandejas con agua para mejorar el contenido de humedad del sustrato y se colocó encima de ellas un plástico negro por dos días, para evitar la pérdida de humedad y favorecer la germinación.

Durante la etapa de crecimiento de los plantines se fertirrigó con una solución nutritiva conteniendo nitrógeno, fósforo, potasio y

micronutrientes. Para su preparación se empleó Fosfato monoamónico, Nitrato de potasio, Nitrato de amonio y Folix minor.

Durante la etapa de almácigo el control fitosanitario se efectuó con Private (Imidacloprid) ya que hubo presencia del pulgón de la col.

3.12.2 Preparación del suelo

Para preparar el campo experimental se roturó el suelo con arado de discos. Luego se realizó el mullido y nivelado en forma manual. Se trazaron pequeños surcos, correspondiendo a cada línea de riego. No se aplicó materia orgánica, considerando que en las dos campañas previas de lechuga, se aplicó gallinaza.

3.12.3 Riego

Se empleó el sistema de riego por goteo, con cintas de riego marca Ro Drip, con goteros espaciados cada 20 centímetros. La presión de trabajo del sistema estaba dada por diferencias de altura. Se aumentó la frecuencia y periodo de riego según la etapa de desarrollo del cultivo.

3.12.4 Fertilización

El fósforo fue incorporado al suelo al momento de la preparación del campo, en forma de Fosfato Diamónico (18% N, 46% P₂O₅) localizado a lo

largo de cada surco previamente preparado. El Nitrógeno se aplicó fraccionado junto con el agua de riego. Se empleó Nitrato de Amonio (31% N, 3% P₂O₅). La fórmula de fertilización fue 140-60-0, considerando los resultados del análisis de suelo.

3.12.5 Trasplante

En una única fecha: 25/01/13 se realizó el trasplante a campo. Al momento del trasplante las plántulas sembradas el 14/12/12, el 21/12/12, el 28/12/12 y el 04/01/13, tenían 42, 35, 28 y 21 días de edad, respectivamente.

El marco de plantación fue de 0,70 metros entre hileras y de 0,60 metros entre plantas; colocando 21 plantas por unidad experimental, según tratamiento.

3.12.6 Control de malezas

Se realizaron dos deshierbos en forma manual a los 15 y 35 días, luego del trasplante. Se presentaron las siguientes malezas en orden de importancia: Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Papilla (*Castelia* sp.), Cadillo (*Cenchrus echinatus*) y Yuyo (*Amaranthus* sp.)

3.12.7 Control de plagas

Las plagas fueron controladas con aplicaciones oportunas de pesticidas, no llegando a causar daño económico. La única plaga de importancia fue el gusano comedor de hojas *Plutella xylostella*. Desde un comienzo hubo presión de esta plaga por los restos de cosecha de brócoli en campos aledaños al campo experimental.

Para su control se aplicó en forma alternada: Proclaim SG (Benzoato de Emamectina) 10g/20lts; Sorba (Lufenuron) 20cc/20lts; Bullfire (Chlorfenapyr) 15cc/20lts y Link (coadyuvante) 5cc/20lts.

3.12.8 Cosecha

La cosecha se realizó cuando las inflorescencias principales alcanzaron máximo tamaño y compactación. Se realizaron 4 cosechas: el 05/04/13, el 09/04/13, el 11/04/13 y la última cosecha el 14/04/13. El periodo total de cosecha fue de 9 días. Todas las evaluaciones se hicieron el mismo día de la cosecha.

Se observó pocas plantas con inflorescencias laterales al momento de la cosecha, estimulándose su crecimiento luego de cortadas las cabezas principales, pero no se consideró su evaluación.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIÁMETRO PROMEDIO DE LA INFLORESCENCIA PRINCIPAL

Los resultados obtenidos a nivel de campo se presentan en el anexo 1, donde se detalla el diámetro de la inflorescencia principal; datos obtenidos por tratamiento y bloque. Del mismo modo, en el cuadro 5 se presenta el análisis de varianza correspondiente.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el diámetro promedio de la inflorescencia principal (cm) de brócoli híbr. Legacy– Pocollay 2013

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloque	3	34,29	11,43	5,60	2,89	4,44 **
Volumen	2	1,29	0,65	0,32	3,29	5,31 ns
Edad	3	8,47	2,83	1,38	2,89	4,44 ns
Volumen x Edad	6	13,16	2,19	1,07	2,39	3,4 ns
Error	33	67,39	2,04			
Total	47	124.61				

C.V. 5,78 %

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza, hubo diferencias altamente significativas entre los bloques, lo que implica que el campo experimental no es homogéneo, por lo que la elección del diseño fue acertada. Para el efecto de volumen de celda, edad de trasplante y su interacción no hubo significación estadística.

El diámetro promedio general encontrado en este experimento es de 24,72 cm lo que concuerda con Colque (2000) quien obtiene un diámetro de la inflorescencia principal de 24,08cm. El cuadro 6 muestra la clasificación, según diámetro, de las inflorescencias cosechadas; de acuerdo a las categorías establecidas por Oberpaur (2011):

Cuadro 6. Porcentaje de inflorescencias principales cosechadas por cada categoría, según diámetro (cm) – Pocollay 2013

CATEGORÍA 1°	CATEGORÍA 2°	CATEGORÍA 3°
Mayor de 16 cm	14,0 - 15,9 cm	12 – 13,9 cm
100%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

Pese a haber trabajado con una densidad elevada de plantas no se observó reducción del diámetro de la inflorescencia principal, influyendo

grandemente en ello el nivel de materia orgánica del suelo y la fertilización aplicada al cultivo. Según el diámetro obtenido, la cosecha está clasificada como brócoli de primera categoría (mayor de 16cm), según Oberpaur (2011)

Las condiciones favorables post trasplante, en cuanto a temperatura, favorecieron el buen desarrollo vegetativo de las plantas y la obtención de buenas producciones con cabezas grandes; inclusive cuando al momento del trasplante las plantas provenientes de diferente volumen de celda y edad mostraron nítidas diferencias en cuanto a tamaño, grosor, etc. Es importante señalar que el diámetro de la inflorescencia es el principal criterio de clasificación en el mercado local.

Las exportaciones de brócoli generalmente se dan como producto congelado pero no la inflorescencia completa sino que se separan los floretes, por ello en las normas técnicas de calidad para exportar brócoli a los Estados Unidos no consideran diámetro de cabeza.

Al evaluar diferentes volúmenes de celda y edades al trasplante en brócoli no encontraron diferencias significativas en cuanto a diámetro de la inflorescencia principal (Lamont, 1992 y Kano, 2008). En coliflor

Oberpaur (2011) encontró que las plántulas provenientes de celdas de 43cc produjeron 88% de cabezas de primera categoría (mayores de 16cm), mientras que las plántulas provenientes de celdas de 10cc produjeron sólo 42% de cabezas de primera categoría. Godoy (2005) también en coliflor, concluyó que el volumen de celda (34,6 y 9.7cc) influye en el diámetro y peso de cabeza pero no encontró diferencias para la edad de trasplante (27, 34, 41 y 48 días)

En repollo no encontró efectos significativos en el diámetro y peso de cabeza cuando evaluó edades de trasplante (37, 41, 49 y 53 días) Oliveira (2011). De igual modo Ballesty (2009) no encontró efectos significativos cuando evaluó tamaños de celda (21, 11 y 5cc) y edades fisiológicas (2, 4 y 6 hojas verdaderas).

Los resultados obtenidos para esta variable (no significativo) coinciden con los hallados por Lamont (1992) y Kano (2008) en brócoli. Asimismo, Lopez (2000) al evaluar el factor volumen de celda (12, 17,5 y 23cc) en brócoli Legacy, no encuentra diferencias estadísticas, logrando como promedio 14,74cm para el diámetro de la inflorescencia principal.

4.2 PESO PROMEDIO DE LA INFLORESCENCIA PRINCIPAL

Los resultados de la evaluación de campo para esta variable se presentan en anexo 2, el análisis de varianza se resume en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza del peso de la inflorescencia principal (kg) del brócoli híbr. Legacy – Pocollay 2013

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C	C.M.	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloque	3	0,46	0,15	6,76	2,89	4,44 **
Volumen de celda	2	0,01	0,01	0,31	3,29	5,31 ns
Edad de trasplante	3	0,04	0,01	0,52	2,89	4,44 ns
Volumen x Edad	6	0,1	0,02	0,71	2,39	3,4 ns
Error	33	0,75	0,02			
Total	47	1,36				

C.V. 8,61%

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro 7 hubo alta significación para el efecto bloques; sin embargo, no hubo significación estadística para el efecto de los factores en estudio y su interacción. La variable respuesta peso de la inflorescencia principal esta directamente relacionada con el rendimiento, cuyos valores en kg/há se muestran en el anexo 7.

El promedio encontrado en el presente trabajo para el peso de la inflorescencia principal es de 1,75 kg. Este valor corresponde a la categoría 1 según Colque (2000). Para la densidad de plantación con que se trabajó, corresponde un rendimiento medio de 41,68 ton/há. Este valor es superior al promedio hallado en experimentos locales en brócoli que es de 20 ton/há lo que se puede explicar por el marco de plantación que emplearon estos investigadores, que fue de 1,50 m entre líneas. En el presente experimento se trabajó con una distancia de 0,70m entre líneas.

En nuestro caso los resultados obtenidos pueden explicarse en parte, por la alta capacidad del brócoli para regenerar su sistema radicular, el buen abastecimiento de humedad (por el sistema de riego por goteo y uso de cintas de riego nuevas) y la temperatura del suelo que habría favorecido el crecimiento de raíces.

El factor volumen de celda no influye en el peso de la inflorescencia principal, obteniendo para el híbrido Legacy un promedio de 446 g. (López (2000) Kano (2008) y Lamont (1992) tampoco encontraron diferencias cuando evaluaron el efecto de volumen de celda y edad de trasplante en el peso, diámetro y otras variables en brócoli. En repollo Ballesty (2009) y

Oliveira (2011) llegaron a las mismas conclusiones. En coliflor Godoy (2005) y Oberpaur (2011) lograron cabezas de mayor diámetro y peso en plantas provenientes de mayor volumen de celda.

4.3 ALTURA PROMEDIO DE PLANTA

Los resultados de la evaluación de campo para esta variable se presentan en el anexo 3; el procesamiento estadístico de estos valores se resume en el cuadro 8 de análisis de varianza.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la altura de planta (cm) en brócoli híbr. Legacy – Pocollay 2013

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc.	Ft	
					0,05	0,01
Bloque	3	76,45	25,48	5,45	2,89	4,44 **
Volumen de celda	2	1,37	0,68	0,15	3,29	5,31 ns
Edad de trasplante	3	3,53	1,18	0,25	2,89	4,44 ns
Volumen x Edad	6	16,83	2,80	0,60	2,39	3,4 ns
Error	33	154,34	4,68			
Total	47	252,52				

C.V. 4,85 %

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8, del análisis de varianza para altura de planta, se aprecia que hubo diferencias estadísticas entre bloques, por lo que el diseño fue apropiado. También notamos que no hay efecto de los factores en estudio para esta variable, ello concuerda una vez más con los resultados obtenidos por Lamont (1992), Lopez (2000) y Kano (2008). En nuestra investigación se obtuvo una media general de 44,62 cm para la altura de planta, dato muy similar al encontrado por Colque (2000) que fue de 43,75 cm.

Al haber una interdependencia entre el crecimiento radicular y el crecimiento aéreo, se puede inferir el gran efecto de la fertilización

fosfórica de fondo aplicada previa al trasplante; efecto potenciado por las temperaturas favorables de los meses de verano, ya que se conoce el papel del fósforo fomentando la formación de raíces y el efecto de la temperatura del suelo en la disponibilidad del fósforo.

Según Zavaleta (1992) la temperatura del suelo es tan importante para el crecimiento de las plantas como el agua, el aire o los nutrientes. Hay un efecto pronunciado de la temperatura sobre la descomposición de minerales y de la materia orgánica y la liberación de nutrientes. El incremento de la temperatura, incrementa la proporción ramas/raíces, debido posiblemente a que ante el incremento de la temperatura, las raíces son más eficientes en la toma de nutrientes y del agua.

4.4 NÚMERO DE HOJAS

Los resultados obtenidos a nivel de campo se presentan en el anexo 4 donde se detalla el número promedio de hojas obtenido por tratamiento y bloque. Del mismo modo, en el cuadro 9 se presenta el análisis de varianza correspondiente.

Cuadro 9. Análisis de varianza del número de hojas en brócoli híbr.

Legacy – Pocollay 2013

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	21,80	7,27	9,89	2,89	4,44 **
Volumen de celda	2	0,38	0,19	0,26	3,29	5,31 ns
Edad de trasplante	3	4,07	1,36	1,84	2,89	4,44 ns
Volumen x Edad	6	2,81	0,47	0,64	2,39	3,4 ns
Error	33	24,24	0,73			
Total	47	53,30				

C.V. 2,69%

Fuente. Elaboración propia

En el cuadro 9 del análisis de varianza para número de hojas por planta a la cosecha, se puede apreciar que hubo diferencias estadísticas entre los bloques, lo contrario ocurrió para el efecto de los tratamientos donde no se halló significación.

En la presente investigación se halló para el brócoli híbrido Legacy, una media de 31,86 hojas por planta, dato superior al encontrado en investigaciones en Ecuador, Guatemala y Brasil. Ello apoya la afirmación de que el número de hojas de un cultivar es influenciado por las condiciones climáticas. La media de la temperatura en los meses en que

se desarrolló ésta tesis fue de 20°C, lo que favoreció mucho el desarrollo foliar de las plantas.

En cuanto al número de hojas Cayambe (2011) señala que hay diferencias significativas entre cultivares. Esto se debe principalmente a las características genéticas de cada cultivar y a la respuesta de los mismos frente a las condiciones climáticas. Además, citando a Galván y Rodríguez (2007) dice que la temperatura y la radiación solar juegan un rol fundamental en la producción de hojas (fase de crecimiento) siendo estos órganos importantes para la fotosíntesis.

Al evaluar el número de hojas del cultivar Legacy, a los 60 días después del trasplante, señala que tiene en promedio 14,80 hojas, con un diámetro de cabeza a la cosecha de 16,46cm y un peso de 408,37gr. (Cayambe, 2011) Es importante señalar que ésta autora trabajó bajo las siguientes condiciones. 2,820 msnm, temperatura promedio de 14,16°C, riego por gravedad y un marco de plantación de 60 x 30 cm.

Trabajando en condiciones de clima subtropical húmedo, a una altitud de 740 msnm, señala en su investigación que el cultivar Legacy a la

cosecha presentó una media de 23,5 hojas por planta, con un peso de cabeza de 947,8 gr y diámetro de 20,5cm (Kano, 2008)

Al evaluar tres volúmenes de celda en dos híbridos de brócoli, Legacy y Marathon, no obtiene significación estadística para el factor volumen de celda. Señala que el promedio de hojas es de 18,5 para ambos híbridos (López, 2000)

4.5 CICLO DE CULTIVO

Los datos recolectados en campo, en las diferentes fechas de cosecha y el promedio ponderado se encuentran en los anexos 5 y 6. En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza correspondiente.

Cuadro 10. Análisis de varianza del ciclo de cultivo (días) del brócoli híbr. Legacy – Pocollay 2013

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc.	Ft	
					0,05	0,01
Bloques	3	3,76	1,25	1,14	2,89	4,44 ns
Volumen de celda	2	20,78	10,39	9,48	3,29	5,31 **
Edad de trasplante	3	61,24	20,41	18,61	2,89	4,44 **
Volumen x Edad	6	14,78	2,46	2,25	2,39	3,4 ns
Error	33	36,19	1,10			
Total	47	136,74				

C.V. 1,41 %

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a la duración del ciclo de cultivo, desde el trasplante hasta la cosecha, hubo diferencias estadísticas altamente significativas para ambos factores pero no para la interacción. En el cuadro 11 se presenta la prueba de significación Duncan, según el volumen de celda. No se considera un análisis de regresión para optimizar la respuesta, por el hecho de que las bandejas de germinación son usadas para diferentes especies hortícolas, que responden de manera diferente a un determinado volumen de celda.

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de Duncan al 0,05 para el ciclo de cultivo (días) según volumen de celda

Volumen de celda	Medias	Significación
23cc	73,75 días	a
16cc	74,44 días	a
9cc	75,36 días	b

Fuente: Elaboración propia

Para los tres tipos de bandejas evaluadas, con tres volúmenes de celda diferentes, las plántulas crecidas en celdas de 23cc tienen el ciclo de cultivo más corto, con 73,75 días, mientras que las plántulas crecidas en celdas de 9cc tienen el ciclo más largo, con 75,36 días. Sin embargo la diferencia es de sólo 1,61 días lo que en la práctica no reviste mayor importancia.

Este resultado contrasta con los de Oberpaur (2011), quien señala que en coliflor, las plántulas crecidas en celdas de 10cc empezaron a cosecharse 9 días antes respecto a las plántulas crecidas en celdas de 43cc. Ballesty (2010) también concluye que el volumen de celda no influye en el ciclo del cultivo del repollo King Artair.

En brócoli, obtiene resultados similares a los del presente trabajo de investigación. Obtuvo un ciclo de cultivo (en promedio ponderado) de 88 días (plantas crecidas en contenedores de 34,6cc) y de 92 días (plantas crecidas en contenedores de 22,3cc). Kano, 2008),

Default and Weters Jr (1985) notaron pequeño efecto del tamaño de las celdas de las bandejas en la producción y el ciclo de cultivo en brócoli y coliflor. Terry *et al.* (1991), citado por Kano (2008) observaron que la producción de brócoli fue anticipada con el uso de celdas de mayor volumen en la producción de plántulas.

En la figura 1 se aprecia el efecto del volumen de celda en la variable ciclo de cultivo.

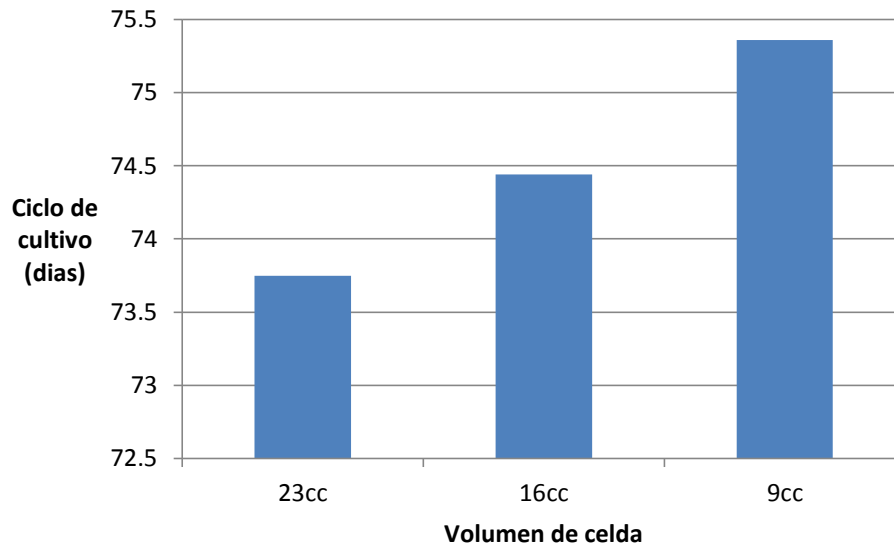


Figura 1 Ciclo de cultivo en días según el volumen de celda en centímetros cúbicos

Fuente: Elaboración propia

A pesar de ser una variable cuantitativa, no se considera el ajuste a una función de respuesta, que no sería útil por presentar los datos, al graficarlos, fuerte tendencia lineal, según se aprecia en la figura 2

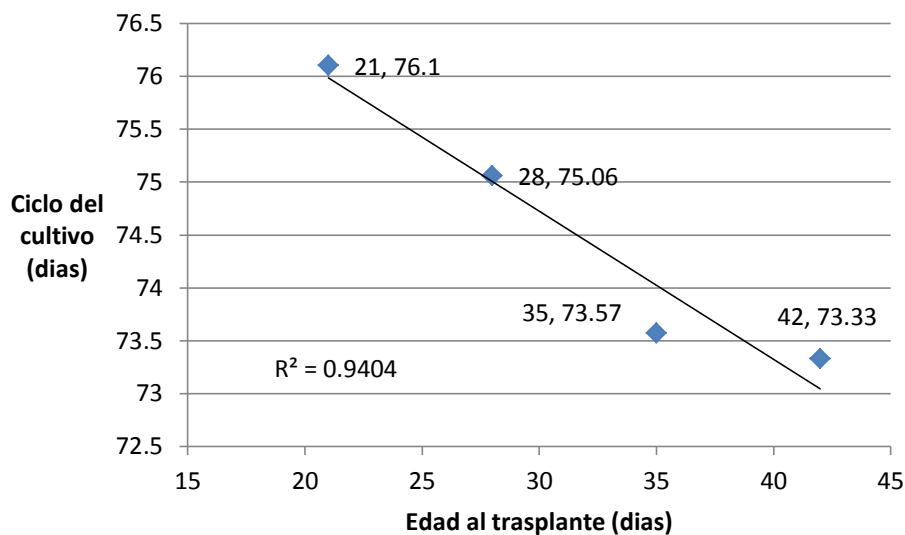


Figura 2 Línea de tendencia según ciclo de cultivo en días versus edad al trasplante

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 12 se presenta la prueba de significación de Duncan según Edad de trasplante

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias de Duncan al 0,05 para el ciclo de cultivo (días) según la edad de trasplante

Edad al trasplante	Medias	Significación
42 días	73,33 días	a
35 días	73,57 días	a
28 días	75,06 días	b
21 días	76,10 días	c

Fuente: Elaboración propia

Para las cuatro edades de trasplante, las plántulas trasplantadas con 42 días de edad, tuvieron el ciclo de cultivo más corto con 73,33 días, mientras que las de 21 días de edad tuvieron el ciclo de cultivo más largo con 76,10 días. La diferencia fue de sólo 2,77 días, pese a que al momento del trasplante la diferencia en edad era de tres semanas. La temperatura y fertilización aplicada fueron decisivas para acelerar los procesos biológicos en las plantas por lo que la diferencia encontrada no fue de mayor importancia.

Se afirma que el volumen de celda no influye en el ciclo de cultivo pero la edad fisiológica de las plántulas al trasplante sí tiene efecto significativo en el ciclo de cultivo (trasplante a cosecha) del repollo híbrido King Artair. Las plántulas trasplantadas con 2 hojas verdaderas tuvieron el ciclo más largo con 115 días, mientras que para las plántulas con 6 hojas verdaderas el ciclo fue de 98 días. Las plántulas con 4 hojas verdaderas tuvieron el ciclo más corto con 91 días (Ballesty, 2010)

Kano (2008), encontró que las plántulas de brócoli trasplantadas a los 39 y 46 días tuvieron el ciclo de cultivo más corto mientras que las trasplantadas a los 32 y 53 días, tuvieron el ciclo de cultivo más largo.

Otros autores citados, trabajando con brásicas no evaluaron la duración del ciclo de cultivo.

La figura 3 permite apreciar el efecto de la edad de trasplante en el ciclo de cultivo.

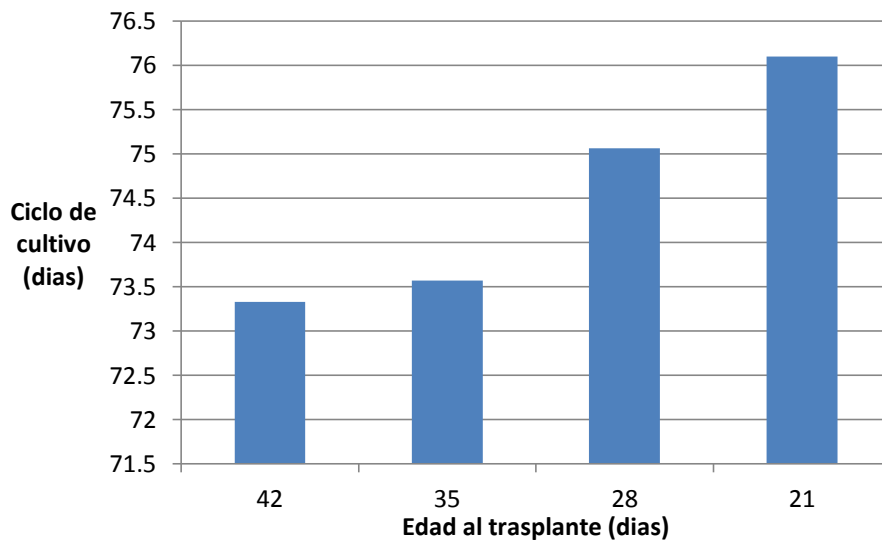


Figura 3 Ciclo de cultivo en días según edad al trasplante
Fuente: Elaboración propia

4.6 COLOR DE LA INFLORESCENCIA PRINCIPAL

Al observar el color del total de las pellas cosechadas, se clasificaron en las siguientes categorías según la escala citada por Cayambe (2011) que se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Porcentaje de las inflorescencias principales de brócoli híbr. Legacy según categoría de color – Pocollay 2013

CATEGORÍA	COLOR	PORCENTAJE
4	Verde oscuro intenso	45 %
3	Verde gris	25 %
2	Verde azulado	
1	Otros colores	30 %

Fuente: Elaboración propia

Un 25% presentaban un color entre verde gris y azulado (categorías 3 y 2) que no corresponde al color verde intenso que presentan las inflorescencias del híbrido Legacy cuando se cultiva en condiciones de otoño-invierno. Adicionalmente, un 30% presentaban color verde claro (categoría 1). Lo anterior debe atribuirse a las condiciones climáticas de verano. Al respecto Cásseres (1986) manifiesta que el brócoli se desarrolla mejor en clima fresco y templado, con una temperatura óptima de 16° a 18°C., aunque tolera temperaturas entre 15 y 23°C. A temperaturas mayores de 24°C las inflorescencias se pigmentan de un color púrpura. El marco de plantación empleado, sin duda, contribuyó a

que las plantas se sombreen entre sí, logrando un 45% de inflorescencias con un color óptimo, verde oscuro. Hay que añadir que, el brócoli Imperial, que también se comercializa en el mercado local, presenta un mayor porcentaje de cabezas de color verde oscuro bajo las mismas condiciones climáticas de verano debido a que presenta hojas erectas que protegen la cabeza de la radiación solar.

A pesar de la disminución de la calidad de las inflorescencias debido a su color, ello no afectó ostensiblemente el precio de venta; siendo más crítico el diámetro, como factor de calidad.

V. CONCLUSIONES

1. El volumen de celda de las bandejas de germinación y la edad al trasplante de las plántulas de brócoli híbrido Legacy, no influenciaron la altura de planta, número de hojas y diámetro de la inflorescencia principal.
2. El volumen de celda y la edad al trasplante no influenciaron en la variable peso de la inflorescencia principal y por tanto no influenciaron en el rendimiento, obteniéndose en promedio 41 690,5 kg/há.
3. La reducción del tamaño de contenedor de 23cc a 9cc afectó el ciclo de cultivo, alargándolo en 1,6 días.
4. La edad de trasplante afecta el ciclo de cultivo alargándolo en 2,77 días en plántulas trasplantadas a los 21 días respecto de aquellas trasplantadas a los 42 días.

5. Es posible producir almácigos de brócoli Legacy en bandejas con celdas pequeñas, de 9cc, manteniéndolas hasta 6 semanas; sin afectar el rendimiento, al tiempo que se minimiza la duración del ciclo de cultivo en el campo.

6. Las condiciones climáticas de verano afectaron la calidad de la inflorescencia principal del brócoli Legacy, en cuanto al color – independientemente de los tratamientos- obteniéndose sólo un 45% de inflorescencias con un color óptimo verde oscuro.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda:

1. Realizar almácigos de brócoli Legacy en bandejas con celdas de 9cc y trasplantarlos a las 5 ó 6 semanas de edad, si se desea acortar el ciclo de cultivo.
2. No trasplantar plántulas de brócoli a los 21 días de edad ya que el sistema radical no está suficientemente formado, desmoronándose el cepellón al momento del trasplante, si no se manipula cuidadosamente.
3. Evaluar el efecto del volumen de celda y edad al trasplante en brócoli en condiciones de invierno.
4. Evaluar mayores edades de trasplante y volúmenes de celda en brócoli, buscando optimizar la reducción de la duración del ciclo de cultivo, sin afectar rendimientos.

VII REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

ALJARO, A. 2000 Cultivo de brásicas. INIA-La Platina, Rev. Tierra Adentro (34) 12 – 14, Chile

ALZUGARAY, P. et al.; 2004 Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón. Rev. Bosque 25(2): 17-33 Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile

BALLESTY, P. et al., 2010 Tamaño de celda y edad al trasplante en repollo: efecto sobre la plántula y su respuesta a cosecha. En: XXXIII Congreso Argentino de Horticultura Rosario-Santa Fé. 1p

CAYAMBE, D. 2011 Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de brócoli a campo abierto en Macají. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

COLQUE, M. 2000 Efecto de la poda de inflorescencias laterales en el rendimiento y calidad comercial del brócoli cv Legacy, bajo tres

densidades de siembra. Tesis Ingeniero agrónomo UNJBG Tacna-Perú
114p

DEFAULT, R.; WETERS JR L. 1985. Container size influences broccoli
and cauliflower transplant growth but not yield. HortScience, Alexandria,
v.20, p.682-684

DI RIENZO, J. et al., 2012 InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat FCA,
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

FAO, 2006 Fichas técnicas: brócoli

GOBIERNO REGIONAL TACNA. 2007. Oferta de hortalizas en la región
Tacna, 71p.

GODOY, M. C.; CARDOSO, A. I. 2005 Produtividade da couve- flor em
funcao da idade de transplatio das mudas e tamanhos de células na
bandeja. Horticultura Brasileira, v.23 n.3, p. 837 – 840

JARAMILLO, J.; DIAZ, C. 2006. El cultivo de las crucíferas CORPOICA
Colombia 176p

KANO, C. *et al.*, 2008 Producao de couve – brocolo em funcao do tipo de bandeja e idade das mudas. *Ciencia e Agrotecnologia*, v.32, n.1, p.110 – 114

KRARUP, C., MOREIRA, I 1998. Hortalizas de estación fría. *Biología y diversidad cultural*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile.

LAMONT, W. 1992 Transplant age has little effect on broccoli head weight and diameter. *HortScience* 27(7): 848

LARDIZABAL, R. 2007 Manual de producción de plántulas en bandejas FINTRAC-EDA, Honduras 20p

LESKOVAR, D. 2001 Producción y ecofisiología del trasplante hortícola. En: I Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de tomate, papa y otras solanáceas. Coahuila-Mexico, 18p

LOPEZ, G. 2000. Curvas de producción en brócoli utilizando pilones de los híbridos Legacy y Marathon en dos épocas de siembra en San José

Pinula, Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Rafael Landivar- Guatemala. 130p

LUENGO, R. *et al.* 2000. Tabela de composicao nutricional das hortalias. EMBRAPA - Brasilia 2p.

MINAG 2011. Producción hortofrutícola 2010 Lima – Perú, 203p

MODOLO, V. 2012, Producao de mudas de alta qualidade em hortalias. En: Manual Tecnico de Orientacao, Sao Paulo – Brasil, 109p

NeSMITH D. S.; DUVAL, J. R. 1998 The effect of container size. Hort Technology v.8, n.4, 495 – 498

OBERPAUR, C., NIETO, L.; DELANO, L. 2011. Influencia de tres volúmenes de contenedor en el almácigo y cultivo de coliflor IDESIA – Chile Vol. 29, N° 1

OLIVEIRA M. *et al.*, 2011 Producao de repolho em funcao da idade das mudas. Rev. Agro@mbiente on line, v.5, n.2, p. 119 - 123.

SANTACRUZ, V. 2007. Producao de tomate em funcao da idade da muda e volumen do recipiente. Tese Doutor em Agronomia. Piracicaba – Brasil. 80p.

SEMINIS SUDAMERICA S. A. 2003, Legacy. Brócoli híbrido Folleto 1p

TOLEDO, J. 1995 Cultivo del brócoli. Lima-Perú, 64p

VAVRINA, C.; ORZOLECK. 1993. Tomato transplant age: a review. HortTechnology, Alexandria, v.3, n.3; p. 313-316

VAVRINA, Ch., OLSON, S., CORNELL, J. 1993. Watermelon Transplant Age: Influence on Fruit Yield. HortScience 28(8): 789-790

VAVRINA, Ch. 1998. Transplant age in vegetable crops. Hort Technology 1998 8 (4)

VAVRINA, Ch. 2002. An introduction to the Production of Containerized Vegetable Transplants. Fact Sheet HS849. University of Florida 17p

VEGA, R. 2010. Evaluación del efecto del volumen de celda y edad de la plántula al trasplante en la producción de tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Nacional Experimental de Táchira-Venezuela. 52p

WESTON, L. 1988. Effect of flat cell size, transplant age and production site on growth and yield of pepper transplants. HortScience. v.23, n.4; p. 709-711

ZÁRATE, C. 2009. Manejo Postcosecha de Brócoli. San Lorenzo – Paraguay. 2p

ZAVALETA, A. 1992. Edafología. CONCYTEC Lima – Perú 223p

VIII. ANEXOS

ANEXO 1 DIÁMETRO PROMEDIO DE LA INFLORESCENCIA
PRINCIPAL (cm)

TRAT.	I	II	III	IV	PROM.
a1b1	23,0	22,8	26,4	24,2	24,10
a1b2	22,3	25,7	23,7	26,4	24,53
a1b3	23,1	24,3	27,4	26,0	25,20
a1b4	22,4	22,4	28,0	24,9	24,43
a2b1	24,0	25,7	24,0	24,9	24,65
a2b2	23,8	25,9	27,7	27,3	26,18
a2b3	25,4	25,5	23,4	24,6	24,73
a2b4	22,0	25,1	24,0	25,8	21,23
a3b1	23,0	25,2	28,3	26,0	25,63
a3b2	25,0	24,5	27,5	24,0	25,25
a3b3	24,2	24,4	23,6	23,5	23,93
a3b4	23,4	22,0	24,2	25,5	23,78

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2 PESO DE LA INFLORESCENCIA PRINCIPAL (Kg)

TRAT.	I	II	III	IV	PROM.
a1b1	1,55	1,60	1,88	1,65	1,67
a1b2	1,46	1,76	1,80	1,85	1,72
a1b3	1,50	1,70	2,10	1,90	1,80
a1b4	1,46	1,66	2,15	1,75	1,76
a2b1	1,76	1,90	1,75	1,80	1,80
a2b2	1,60	1,80	1,68	2,30	1,85
a2b3	1,76	1,75	1,70	1,80	1,75
a2b4	1,58	1,72	1,75	1,75	1,70
a3b1	1,56	1,90	2,00	1,66	1,78
a3b2	1,80	1,60	2,00	1,85	1,81
a3b3	1,65	1,60	1,80	1,70	1,69
a3b4	1,65	1,55	1,76	1,80	1,69

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3 ALTURA PROMEDIO DE PLANTAS (cm)

TRAT.	I	II	III	IV	PROM.
a1b1	41,30	40,80	47,00	45,10	43,55
a1b2	39,90	47,00	41,90	48,40	44,30
a1b3	41,30	42,90	48,40	47,80	45,10
a1b4	41,00	44,10	48,00	45,60	44,68
a2b1	44,00	45,80	42,10	45,00	44,23
a2b2	43,10	45,50	46,70	48,80	46,03
a2b3	44,50	46,00	41,40	45,60	44,38
a2b4	43,90	44,00	44,50	46,20	44,65
a3b1	41,70	43,60	48,60	48,40	45,58
a3b2	45,40	44,20	47,00	43,00	44,90
a3b3	43,70	44,50	43,80	45,00	44,25
a3b4	43,60	42,90	43,20	45,60	43,83

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

TRAT.	I	II	III	IV	PROM.
a1b1	30,80	33,00	34,10	30,90	32,20
a1b2	31,10	32,00	34,20	31,20	32,13
a1b3	31,00	32,00	34,00	31,20	32,05
a1b4	31,00	31,00	33,20	31,20	31,6
a2b1	31,00	31,60	33,20	31,20	31,75
a2b2	31,00	32,00	33,20	34,50	32,68
a2b3	30,90	31,90	32,50	31,20	31,63
a2b4	31,00	31,90	31,00	31,00	31,23
a3b1	31,00	31,80	33,00	31,00	31,70
a3b2	31,00	31,80	32,00	33,00	31,83
a3b3	31,00	32,00	32,00	34,00	32,25
a3b4	30,80	31,80	32,00	31,00	31,40

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5 CICLO DE CULTIVO, PROMEDIO PONDERADO (DIAS)

TRAT.	I	II	III	IV	PROM.
a1b1	74,7	77,6	76,7	78,6	76,90
a1b2	76,3	75,7	76,9	75,6	76,13
a1b3	75,0	76,4	73,1	75,0	74,88
a1b4	73,6	73,1	72,4	75,0	73,53
a2b1	75,1	76,6	75,8	73,5	75,25
a2b2	74,4	74,8	74,3	74,8	74,58
a2b3	73,2	74,3	73,5	73,8	73,70
a2b4	73,6	74,6	73,8	74,9	74,23
a3b1	77,9	74,8	76,1	75,8	76,15
a3b2	73,9	74,1	73,5	76,4	74,48
a3b3	71,6	72,6	71,1	73,2	72,13
a3b4	73,0	71,5	72,6	71,9	72,25

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6 NÚMERO DE PLANTAS COSECHADAS EN CADA FECHA:

5/04/2013, 09/04/2013, 11/04/2013 y 14/04/2013

TRAT.	I	II	III	IV
a1b1	9--0--3--9	2--0--4--15	3--3--2--13	0--0--3--18
a1b2	1--8--2--10	6--0--5--10	3--1--4--13	5--3--4--9
a1b3	5--4--6--6	2--2--9--8	12--0--5--4	8--0--4--9
a1b4	9--2--7--3	11--0--8--2	12--2--7--0	4--4--9--4
a2b1	8--0--3--10	5--0--2--14	6--0--4--11	3--1--3--14
a2b2	10--0--2--9	8--2--2--9	11--0--0--10	8--0--5--8
a2b3	11--2--4--4	8--0--9--4	8--4--8--1	9--2--6--4
a2b4	8--5--5--3	7--1--8--5	9--2--6--4	5--2--10--4
a3b1	0--1--6--14	8--2--2--9	4--3--3--11	5--3--2--11
a3b2	10--1--4--6	6--5--8--2	10--2--5--4	3--2--6--10
a3b3	15--1--5--0	12--3--4--2	17--0--4--0	9--4--7--1
a3b4	9--5--6--1	14--0--6--1	10--5--6--0	13--4--4--0

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO 7 RENDIMIENTO PROMEDIO POR HECTÁREA SEGÚN
TRATAMIENTO (Kg/há)**

TRAT.	I	II	III	IV	PROM.
a1b1	36 903,9	38 094,4	44 760,9	39 284,8	39 761,0
a1b2	34 761,1	41 903,8	42 856,2	44 046,6	40 891,93
a1b3	35 713,5	40 475,3	49 998,9	45 237,1	42 856,20
a1b4	34 761,1	39 522,9	51 189,3	41 665,7	41 784,75
a2b1	41 903,8	45 237,1	41 665,7	42 856,2	42 915,70
a2b2	38 094,4	42 856,2	39 999,1	54 760,7	43 927,60
a2b3	41 903,8	41 665,7	40 475,3	42 856,2	41 725,25
a2b4	37 618,2	40 951,4	41 665,7	41 665,7	40 475,25
a3b1	37 142,1	45 237,1	47 618,0	39 522,9	42 380,03
a3b2	42 856,2	38 094,4	47 618,0	44 046,6	43 153,80
a3b3	39 284,8	38 094,4	42 856,2	40 475,3	40 177,68
a3b4	39 284,8	36 903,9	41 903,8	42 856,2	40 237,18

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8 FIGURAS



Fig 1 Plántulas de los tratamientos T4, T8 y T12, el día del trasplante



Fig. 2 Plántulas de los tratamientos T1, T5 y T9, el día del trasplante



Fig. 3 Plántulas de los tratamientos T12 y T9 el día del trasplante



Fig. 4 Campo experimental a los 12 días del trasplante



Fig. 5 Plantas de brócoli a los 65 días después del trasplante

ANEXO 9 COSTOS DE PRODUCCION DEL AREA EXPERIMENTAL (nuevos soles)

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	SUB-TOTAL	TOTAL
ROTURADO DEL TERRENO					22,50
Arado	H.M.	45,0	0,5	22,50	
INSUMOS					229,20
Semilla	unld.	0,024	1 050	25,20	
Sustrato para almácigo	L	1,40	16,8	24,00	
Fertilizantes	Kg	1,60	50,0	80,00	
Pesticidas				100,00	
MANO DE OBRA					214,00
Nivelado, mullido, otros.	Jornal	40,00	1,00	40,00	
Trasplante	Jornal	40,00	0,6	24,00	
Riegos	Jornal	40,00	0,25	10,00	
Aplicación de pesticidas	Jornal	40,00	1,00	40,00	
Deshierbos	Jornal	40,00	1,5	60,00	
Cosecha	Jornal	40,00	1,00	40,00	
IMPREVISTOS (10%)					46,57
COSTO TOTAL					512,27
VALORACION DE LA COSECHA					
Rendimiento en docenas		84			
Mermas y pérdidas (5%)		4,2			
Producción vendida en doc.		79,80			
Precio promedio venta por docena		15,00			
Valor de la producción		1 197,00			

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10 DETALLE DEL COSTO DE PRODUCCION POR PLANTULA (SUSTRATO + SEMILLA)

# CELDAS POR BANDEJA	VOLUMEN DE CELDA (cc)	VOLUMEN DE SUSTRATO (cc)		COSTO DE SUSTRATO (NUEVOS SOLES)			COSTO DE SEMILLA (NUEVOS SOLES)			COSTO TOTAL (NUEVOS SOLES)		
		X bandeja	X mil plántulas	X Band.	X Mil pl.	X há	X Band.	X Mil pl.	X há	X Band.	X Mil pl.	X há
128	23	2944	23 000	4,13	32,24	767,67	3,07	24,0	571,42	7,2	56,24	1 339,09
162	16	2592	16 000	3,63	22,43	534,03	3,89	24,0	571,42	7,52	46,43	1 105,45
288	9	2592	9 000	3,63	12,62	300,39	6,91	24,0	571,42	10,55	36,62	871, 81

Fuente: Elaboración propia

COSTO DE SUSTRATO: 1,40 soles/litro

COSTO DE SEMILLA: 0,024 soles/unid. (hibrido Legacy)

PLANTAS POR HECTÁREA: 23 809 (dist. = 0,7 x 0,6m)