

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**EFEECTO DE DIFERENTES CARGAS FRUTALES REGULADAS CON PODA  
INVERNAL SOBRE ATRIBUTOS DE CALIDAD EN POSTCOSECHA DE  
*VACCINIUM CORYMBOSUM* L. 'DUKE'**

**POR**

**FRANCISCO NICOLÁS MARTÍNEZ BRAVO**

**MEMORA PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CONCEPCIÓN – CHILE  
2024**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE DIFERENTES CARGAS FRUTALES REGULADAS CON PODA  
INVERNAL SOBRE ATRIBUTOS DE CALIDAD EN POSTCOSECHA DE  
*VACCINIUM CORYMBOSUM L. 'DUKE'***

**POR**

**FRANCISCO NICOLÁS MARTÍNEZ BRAVO**

**MEMORA PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CONCEPCIÓN – CHILE  
2024**

Aprobada por:

Profesora Guía, Anali Rosas Gajardo.

Ing. Agrónoma, M. Sc. Dr.

---

Guía

Profesora Co guía, Inés Figueroa Cares.

Ing. Agrónoma, M. Sc. Dr.

---

Asesor

Profesor Asociado, Juan Hirzel Campos.

Ing. Agrónomo, M. Sc. Dr. INIA Quilamapu.

---

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.

Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

---

Decano

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo de investigación se enmarca en el proyecto FIA EST-2019-0738 ejecutado por el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Chile, a cargo del Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Dr. Juan Hirzel Campos.

**TABLA DE CONTENIDOS**

	<b>Página</b>
Resumen.....	1
Summary.....	1
Introducción.....	2
Materiales y Métodos.....	4
Resultados y Discusión.....	9
Conclusiones.....	20
Referencias.....	21
Anexos.....	27

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		<b>Página</b>
Tabla 1	Conteo y ajuste de yemas frutales según su tratamiento para cultivar 'Duke' en localidad de Capilla Cox y Larqui.....	6
Tabla 2	Diagrama experimental ejecutado en huerto Capilla Cox y Larqui, Región de Ñuble para cultivar 'Duke'.....	7
Tabla 3	Valores de atributos de calidad en <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos el día de cosecha en Capilla Cox.....	11
Tabla 4	Valores de atributos de calidad en <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos 25 días post cosecha en Capilla Cox.....	13
Tabla 5	Valores de atributos de calidad de frutos de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos 45 días post cosecha en Capilla Cox .....	14
Tabla 6	Valores de atributos de calidad en <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos el día de cosecha en Larqui.....	17

Tabla 7	Valores de atributos de calidad en <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos 25 días post cosecha en Larqui.....	18
Tabla 8	Valores de atributos de calidad de frutos de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos 45 días posterior a la cosecha en Larqui.....	19
Figura 1	Rendimiento total (kg planta <sup>-1</sup> ) fruta fresca de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke' en huerto Capilla Cox y separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal.....	15
Figura 2	Rendimiento total (kg planta <sup>-1</sup> ) de fruta fresca de <i>Vaccinium corymbosum</i> L. 'Duke' en Larqui y separados entre tratamientos de nivel de carga frutal regulados con poda invernal.....	20

## **EFFECTO DE DIFERENTES CARGAS FRUTALES REGULADAS CON PODA INVIERNAL SOBRE ATRIBUTOS DE CALIDAD Y POSTCOSECHA DE *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. 'DUKE'.**

EFFECT OF DIFFERENT FRUIT LOADS REGULATED WITH WINTER PRUNING ON QUALITY ATTRIBUTES IN POST HARVEST OF *VACCINIUM CORYMBOSUM* L. 'DUKE'.

**Palabras índice adicionales:** Atributos de calidad, regulación de carga, poda invernal, *Vaccinium corymbosum* L., arándanos.

### **RESUMEN**

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) 'Duke' es uno de los principales cultivares en Chile, donde la Región de Ñuble presenta un 22 % de arándanos con relación al país, además el cultivar 'Duke' representa un 21 % del total de arándanos exportados para consumo en fresco, el mercado actual exige fruta en buena condición con deseables atributos de calidad como el diámetro ecuatorial, peso por fruto y firmeza, las cuáles mejoran con diversos manejos agronómicos en precosecha donde uno de ellos, es la regulación de carga de yemas frutales regulada con poda invernal. El presente estudio se llevó a cabo en dos huertos comerciales (Capilla Cox y Larqui) bajo distintas condiciones de suelo (Andisol e Inceptisol, respectivamente), y así poder determinar el efecto de diferentes intensidades de regulación de carga frutal, sobre la calidad y condición del fruto en postcosecha. Los resultados indicaron que existió diferencia significativa entre los tratamientos, donde la reducción de la carga de yemas frutales aumentó el diámetro ecuatorial y peso del fruto en ambos suelos, mientras que la firmeza disminuyó significativamente sólo en medición de 25 días post cosechados en Capilla Cox, mientras que el rendimiento total aumentó sólo en Larqui, concluyendo que el tratamiento con un 60 % de la regulación de carga frutal presentó mejores atributos de calidad y condición de fruta en postcosecha para el cultivar 'Duke'.

### **SUMMARY**

The blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) 'Duke' is one of the main cultivars in Chile, where the Ñuble Region has 22 % of the blueberry in relation to the country,

in addition the 'Duke' cultivar represents 21 % of the total number of blueberries exported for fresh consumption, the current market requires fruit in good condition with desirable quality attributes such as equatorial diameter, weight per fruit and firmness, which improve with various agronomic management in pre-harvest where one of them is regulation of fruit bud load regulated with winter pruning. The present study was carried in two commercial orchards (Capilla Cox and Larqui) under different soil conditions (Andisol and Inceptisol, respectively), to determine the effect of different intensities of fruit load regulation on the quality and condition of the fruit in post-harvest. The results indicated that there was a significant difference between the treatments, where the reduction of the fruit bud load increased the equatorial diameter and weight of the fruit in both soils, while the firmness decreased significantly only in measurement 25 days post-harvest in Capilla Cox. while the total yield increased only in Larqui, concluding that the treatment with 60 % of the fruit load regulation presented better quality attributes and fruit condition in postharvest for the 'Duke' cultivar.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, los países del hemisferio sur como Argentina, Chile, Nueva Zelanda y Sudáfrica han incrementado la exportación de frutas al hemisferio norte (Leiva-Valenzuela *et al.*, 2013). Estos países tienen contra estacionalidad, lo que genera una ventaja comercial de suministrar fruta fresca fuera de temporada (Moggia *et al.*, 2016). Considerando que la principal vía de transporte es oceánica, se requiere producir frutos de alta calidad y consistencia en país de origen para cumplir con los estándares a su llegada a destino (Hirzel *et al.*, 2018). Chile posee una gran industria exportadora de arándanos frescos con una superficie de 17.821 ha de arándano cultivadas (ODEPA, 2022), donde la región de Maule (35 %) y Ñuble (22 %), representan un 57 % de la producción anual de arándano en fresco para exportación a nivel nacional según iQonsulting (2023) con datos de ASOEX. Mismo medio señala que en la temporada 16/17 Chile exportó 103.693 ton de fruta fresca, mientras que en temporada 22/23 exportó 87.585 ton, visualizándose un decrecimiento en las exportaciones de esta fruta, con una disminución de un 18,2

%, respecto la temporada anterior 21/22. En el mercado del arándano para consumo fresco la condición del fruto está determinada por la deshidratación e incidencia de pudriciones (Mendoza, 2015), mientras que la calidad se relaciona con la evaluación de las características a través de los sentido, tales como firmeza, diámetro ecuatorial, color y contenido de sólidos solubles (Romero, 2016). Considerando estos antecedentes, uno de los principales expertos internacionales en producción de plantas de arándano, Cort Blazelton, en la revista Blue Berries Consulting (2022) recomienda para Chile: “La estrategia para ganar como país es posicionarse con calidad premium, alta firmeza y larga vida postcosecha, para mantener la competitividad”. La firmeza, atributo principal en la calidad del arándano, se define como la resistencia que opone la baya a la deformación o penetración luego de aplicada una fuerza (Zapata *et al.*, 2010), y la pérdida de firmeza excesiva es uno de los principales factores que reducen y limitan la comercialización para el consumo fresco (Angeletti *et al.*, 2010). El tamaño de las bayas es otro de los parámetros clave para determinar la calidad de la fruta, donde los consumidores prefieren cultivares de fruta más grande (Milić *et al.*, 2018).

El cultivar ‘Duke’ ha sido ampliamente plantado por su precocidad, su fruta grande y firme (Saftner *et al.*, 2008). Además, iQonsulting (2023) con datos de ASOEX señala a ‘Duke’ como la segunda variedad más exportada desde Chile, alcanzando las 18.678 ton de fruta fresca, representando un 21 % del total de los arándanos exportados en la temporada 22/23, y disminuyendo un 15 % respecto la temporada 21/22. Además, la Asociación Viveros de Chile (AGV), en publicación de Blue Berries Consulting (2023), señala que el cultivar ‘Duke’ es el cultivar de mayor comercialización en el año 2021, alcanzando las 341.628 unidades de plantas vendidas, superando a ‘Suziblue’. A nivel internacional existe poca investigación orientada a mejorar los atributos de calidad con manejos en precosecha de arándanos en comparación a otros frutales, donde una de las estrategias propuestas por Strik *et al.*, (2003) es la poda, donde la describe como una práctica crucial en la producción de arándanos con un efecto positivo sobre el peso de los frutos, además Kovaleski *et al.*, (2015) afirma que este manejo es recomendada para renovar el dosel, estimular el crecimiento vegetativo como reproductivo y con

ello la productividad, en cambio, podas muy ligeras, o nulas aumentan el número de yemas frutales, lo que dará como resultado bayas más pequeñas y de menor calidad (Jansen et al., 1997). Por contraparte, (Razetto, 1999) señala que una poda severa en árboles de vigor alto agravaría el desequilibrio aumentando aún más el vigor de los brotes y postergando su capacidad productiva. Además, como señala Jorquera-Fontena *et al.*, (2014) la severidad de la poda tiene un impacto importante en atributos de calidad en frutos de arándanos. A pesar, de que ya se ha informado sobre el efecto de la poda sobre la fruta de arándano (Strick *et al.*, 2003; Jorquera-Fontena *et al.*, 2014), un enfoque basado en la regulación de carga de yemas frutales, no se ha utilizado ampliamente para explicar las diferencias en la calidad del fruto tanto en precosecha (Jorquera-Fontena et al., 2014) como en postcosecha, para lograr optimizar el rendimiento y la calidad del fruto (Macas y Granja., 2022), sumado a una producción estable en la vida útil de la planta (Pescie et al., 2011).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar diferentes niveles de carga reguladas con poda invernal que permita mejorar la calidad y condición de la fruta en postcosecha de *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke'.

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar el efecto de diferentes niveles de carga frutal sobre la firmeza, diámetro ecuatorial y peso de frutos a los 0, 25 y 45 días postcosecha.
2. Evaluar el efecto de diferentes niveles de carga frutal sobre el rendimiento.
3. Definir porcentaje de yemas frutales que deben quedar en la planta para aumentar la calidad de la fruta.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Ubicación.** El presente estudio se realizó durante la temporada 2021 - 2022 en dos huertos comerciales de arándanos highbush 'Duke', con sistema de producción al aire libre en la Región de Ñuble. El primer huerto establecido el año 2013

corresponde a la Esperanza, ubicado en el sector Capilla Cox (36°33'31.25"S, 71°57'58.64"O). Este huerto presenta un manejo convencional, mientras que el segundo huerto plantado el año 2014 corresponde a la agrícola Blue Field S.A. con certificación orgánica, ubicado en Rincón de Coltón, sector Larqui, Bulnes. (36°44'51.98"S, 72°12'25.36"O). Ambos huertos cuentan con un marco de plantación de 3 metros entre hilera y 1 metro sobre hilera, con malla anti-maleza sobre camellón, y orientadas geográficamente en hileras de Norte a Sur. Los métodos utilizados para el análisis de suelo fueron los recomendados por (Sadzawka, 2006), y realizados en laboratorio de suelo de instituto de Investigaciones agropecuarias, INIA Quilamapu y sus resultados (ver anexo 2) revelan que ambos suelos cumplen con los requisitos mínimos para el cultivo de arándano de acuerdo con lo señalado en el manual de fertilización en arándanos en el sur de Chile por Pinochet et al., (2014).

**Suelo y clima.** Huerto de Capilla Cox presenta un suelo que pertenece a la serie Arrayán con orden Haploxerands (Andisol), (Stolpe, 2006) y textura franco-arenosa, mientras que el huerto ubicado en Larqui, tiene un suelo de orden Xerochrepts (Inceptisol), (USDA, 2014) con textura franco limo arenoso, ambos detallados en Anexo 1. La región de Ñuble posee una estabilidad climática estacional en un sistema mediterráneo templado con una estación seca y otra lluviosa (Acuña *et al.*, 2015), los registros medidos por estación meteorológica de Santa Rosa, Chillán, ubicada a menos 35 km en forma lineal para ambas localidades registró una temperatura media de 13,5 °C con una precipitación acumulada de 649 mm y una evapotranspiración de 939,5 mm durante el año 2021, estos datos fueron extraídos desde (Agromet, INIA). (ver Anexo 3)

**Fertilización y riego.** Capilla Cox cuenta con dos líneas de cinta para fertirriego, con goteros auto compensados de 2,0 l/h a 50 cm entre ellos. Los pulsos de riego son de 2 horas, 3 veces por semana desde octubre hasta abril. Su fertilización es convencional utilizando principalmente productos solubles como nitrato de calcio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio, fosfato mono potásico, además de 2 a 3 aplicaciones de boro foliar en etapa de floración del cultivo. Larqui, en tanto, presenta una fertilización complementaria en base a lixiviados de lombricultura y

cuenta con 2 líneas de cinta con goteros auto compensados de 1,6 l/h separados a 50 cm. Los riegos van desde octubre hasta abril con pulsos que duran 3 horas, 3 veces por semana.

**Tratamientos.** Los tratamientos evaluados fueron 5 intensidades de regulación de carga de yemas frutales ajustados mediante poda invernal. Previo a la poda durante el mes de mayo se realizó un conteo de yemas, para luego en junio realizar el ajuste de carga de yemas frutales correspondiente a cada tratamiento para el cultivar 'Duke', en Capilla Cox y Larqui. Los ajustes de carga floral fueron los siguientes: 100 % que pertenece al tratamiento control (sin poda), mientras que los siguientes cuatro tratamientos corresponden al 80 %, 60 %, 50 % y 40 % del total de la carga de yemas florales. El detalle del conteo de yemas antes y después de regular la carga frutal en cinco plantas de cada tratamiento se enumeran en tabla 1.

Tabla 1. Conteo y ajuste de yemas frutales según su tratamiento para cultivar 'Duke' en localidad de Capilla Cox y Larqui

Tratamientos	Carga frutal potencial (%)	Capilla Cox		Larqui	
		Número de yemas frutales inicial	Número de yemas con ajuste de carga	Número de yemas frutales inicio	Número de yemas con ajuste de carga
1	100	816	816	930	930
2	80	829	663	982	785
3	60	1256	754	896	537
4	50	1080	540	1079	540
5	40	1087	435	1044	417

La eliminación de yemas frutales se realizó mediante la poda de cañas completas y seleccionadas según su ubicación en la planta en cuanto a iluminación y vigor de madera donde se utilizó una tijera convencional y alcohol desinfectante al 9 %.

**Diseño experimental.** El diseño experimental en ambos huertos es un cuadrado latino compuesto por una matriz de fila por columna, donde cada tratamiento

representa cinco plantas con cinco repeticiones, dando un total de 125 plantas por localidad, detallado en tabla 2. En este diseño en bloques se asignó una ubicación a cada tratamiento para que no se repita en fila ni columna, reduciendo así el error experimental que puede generar la pendiente del terreno y radiación.

Tabla 2. Diagrama experimental ejecutado en huerto Capilla Cox y Larqui, Región de Ñuble para cultivar 'Duke'.

Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
T1	T5	T4	T3	T2
T2	T1	T5	T4	T3
T3	T2	T1	T5	T4
T4	T3	T2	T1	T5
T5	T4	T3	T2	T1

**Determinación de los atributos de calidad y condición de la fruta.** Para la determinación de atributos de calidad y condición de los frutos se recolectaron muestras en la primera cosecha durante el mes de noviembre, entre las 08.30 y 10.30 h con una baja sensación térmica, simulando lo recomendado por Godoy, (2023), donde concluye que fruta recolectada a las 09.00 h, presenta un 12% de mayor firmeza que fruta recolectada en jornadas PM. Se recolectaron tres muestra de 300 g por tratamientos de cada repetición, los cuáles se almacenaron en clamshells de plástico, rotulados y transferidas a aislamiento térmico (144-L IGLO cooler, Latitude, USA). El criterio de cosecha fue arándanos completamente de color azul, fruta homogénea y representativa dentro de los tratamientos de cada repetición, con criterio de color, textura y cera epicular o pruina, la recolección de muestras fue por ambos lados de la hilera y a diferentes alturas. Terminada la colección de muestras, estas fueron trasladadas al laboratorio de análisis de frutos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias en el Centro Regional de Investigaciones Quilamapu (INIA), en la Región de Chillán. Allí, se determinó de

inmediato la firmeza, diámetro ecuatorial y peso del fruto, siendo esta medición la ejecutada el día de la cosecha (0D). Ese mismo día se almacenaron las muestras para las siguientes mediciones en cámara de frío (OP HJZ018 D 32, Danfoss, ALEMANIA), ubicada en mismo laboratorio a una temperatura que osciló entre 0°C y 0,5°C, sin ambiente modificado, para posterior medición en dos tiempos distintos de postcosecha, 25 días después de la cosecha (25DDC) y 45 días después de la cosecha (45DDC). En las 3 mediciones de 0D, 25DDC y 45DDC se midió la firmeza y diámetro ecuatorial de 60 frutos de forma individual por cada una de las muestras con un instrumento Firmpro (HappyVolt, Santiago, CHILE.) que simula la tecnología Firmtech (FirmTech Fruit Firmness, BioWorks Inc., Wamego, Kansas, EE. UU.) desarrollada para medir la firmeza de berries con fines comerciales (Prussia *et al.*, 2006). Estos instrumentos funcionan de manera no destructiva, basado en el comportamiento de la deformación en el tiempo bajo una velocidad de carga constante, que entregó los resultados de forma individual mediante planilla en formato Excel.

El rendimiento se determinó realizando cosechas de forma semanal durante el mes de noviembre, hasta recolectar el total de las bayas de sólo una planta escogida dentro de cada tratamiento por repetición así sumar los pesos de cada cosecha determinando el rendimiento  $\text{kg planta}^{-1}$ . Para la elección de esta planta seleccionada se descartaron las plantas más extremas en distancia entre ellas, y de las tres unidades centrales, se seleccionó una mediante un criterio de crecimiento intermedio y buena salud fitosanitaria.

### **Evaluaciones**

**Firmeza ( $\text{g mm}^{-1}$ ).** Se midieron 60 frutos al azar por muestra de cada tratamiento, por repetición, en tres tiempos distintos, día de la cosecha (0D), 25 días posterior a la cosecha (25DDC) y 45 días posterior a la cosecha (45 DDC), las cuáles las dos últimas pasaron por un pre-acondicionamiento posterior a la salida de la cámara de frío, la cual consiste en 25°C durante 30 minutos, para luego iniciar la medición por tratamiento. Se utilizaron 300 frutos por tratamiento en cada tiempo medido para una localidad.

**Diámetro ecuatorial (mm).** Se midió el diámetro ecuatorial de los mismos 60 frutos

de cada muestra por tratamiento en tres tiempos distintos (0D, 25DDC y 45DDC) con el mismo instrumento que se midió la firmeza.

**Peso (g fruto<sup>-1</sup>).** Se calculó el peso de estos 60 frutos medidos anteriormente, los cuáles son retirados de la placa de donde fueron medidos y llevados a balanza de precisión (PS 4500.R1.M, Radwag), para registrar el peso por tratamiento en tres tiempos distintos (0D, 25DDC y 45 DDC).

**Rendimiento (kg planta<sup>-1</sup>).** Se determinó a través de la sumatoria de pesos de todas las cosechas realizadas semanalmente a una de las cinco plantas escogidas que componen el tratamiento por repetición, muestreando un total de 25 unidades experimentales por localidad. Para la determinación del peso de cada una de las cosechas, se utilizó la balanza de precisión (PS 4500.R1.M, Radwag).

**Análisis estadístico:** Los resultados obtenidos fueron evaluados con análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) previa comprobación de supuestos de normalidad con Shapiro Wilks y homogeneidad de varianza de los errores con prueba de Levene. Comprobando lo anterior, se realizaron comparaciones de medias con prueba de Tukey con una significancia de 5 % ( $P \leq 0.05$ ). Mediante el programa Infostat.Ink versión 2015e actualizada el 31 de marzo 2015.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se expondrán los resultados de la evaluación del efecto de diferentes niveles de carga de yemas frutales sobre la firmeza, diámetro ecuatorial, peso de frutos promedio en post cosecha para fruta recolectada en primera semana de cosecha, y resultados del rendimiento por planta de cada tratamiento en *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', en Capilla Cox y Larqui.

Las muestras de cada tratamiento fueron medidas en 3 tiempos distintos de postcosecha. La primera medición se realizó el mismo día de la cosecha (0D), la segunda a 25 días post cosechados (25DDC), y la tercera a 45 días post cosechados (45DDC) almacenadas en misma cámara a una temperatura que fluctuó entre 0 y 0,5 °C, sin ambiente modificado.

**Capilla Cox.** Los valores de 3 atributos de calidad que alcanzó cada tratamiento bajo distintas intensidades de regulación de carga de yemas frutales en medición

del día de la cosecha (0D) se detallan en tabla 3. En firmeza se indica que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con valores que fluctúan entre  $177,5 \text{ g mm}^{-1}$  y  $187,8 \text{ g mm}^{-1}$ . Estos son mayores a lo expuesto por Yang *et al.*(2008), donde lograron obtener una firmeza de  $169,4 \text{ g mm}^{-1}$  en mismo cultivar de este experimento, 'Duke'. Misma tabla 3 señala que sí existen diferencia respecto al diámetro ecuatorial, donde los tratamientos con una carga frutal de 40 %, 50 %, y 60 % del total de su carga de yemas frutales, poseen mayor diámetro ecuatorial que tratamiento con el 100 % de su carga. El diámetro ecuatorial máximo alcanzó 16,3 mm, mientras que el mínimo tuvo un valor de 14,8 mm, estos resultados son mayores a los mencionados por Buzeta *et al.*(1997) donde señaló que dependiendo de la especie y cultivar, el diámetro ecuatorial puede oscilar entre 7 a 15 mm. En otro experimento realizado por Muñoz *et al.*(2017) sobre distintas intensidades de poda en *Vaccinium corymbosum* L. cv. 'Brigitta', señaló que, a mayor intensidad de poda, la fruta presenta mayor diámetro ecuatorial. En caso contrario, al tener el 100% de la carga frutal Jorquera-Fontena *et al.*(2014) afirman que se produce una limitación de la fuente para el crecimiento de la fruta en la fase de división celular inicial y en aumento de volumen en los frutos, donde el desarrollo de los frutos es el resultado de complejas interacciones entre lo nutricional, metabólico, hormonal y ambiental lo que determina el tamaño y forma (Gucci *et al.*, 2009), La masa del fruto describe mismos resultados significativos que el diámetro ecuatorial para la medición del día de la cosecha, esto quiere decir, que tratamientos con el 40 %, 50 % y 60 % del total de su carga de yemas frutales poseen más masa por fruto que tratamiento con el 100 % de su carga frutal que corresponde al tratamiento control sin poda, en otras palabras, a mayor regulación de carga de yemas frutales, mayor es el peso del fruto (g), los resultados exponen valores que oscilan entre  $1,47 \text{ g fruto}^{-1}$  y  $1,93 \text{ fruto}^{-1}$ , y el mayor coincide con lo señalado por Muñoz *et al.*(2017) donde el mayor peso promedio por fruto es de 1,93 g y además por los valores reportador por Hirzel *et al.*(2023a) donde revela que en cv. 'Duke' el fruto se compone principalmente por agua con alrededor de un 15 % de materia seca y alcanzó un peso por fruto de 1,90 g. Mientras tanto, Ehlenfeldt *et al.*(2010) en un estudio realizado en cultivar 'Duke' durante nueve temporadas consecutivas señaló

que el peso del fruto varía entre 1,5 a 1,7 g fruto<sup>-1</sup>. En otro estudio realizado por Siefker y Hancock (1986) con nueve cultivares distintos de arándano, determinaron que, al aumentar el número de bayas por caña, disminuye el peso del fruto, debido a competencia por los asimilados entre fruto (Léchaudel *et al.*, 2005). Esto coincide con estudios en olivo donde señalan que esta reducción de peso individual del fruto, existiendo una relación directa entre la carga frutal y el tamaño de la aceituna, donde a menor carga frutal mayor es el peso del fruto (Cadenas, 2013). Esto se debe a que, a menor cantidad de aceitunas en el árbol, menor es la competencia por foto asimilados entre los frutos (Cadenas, 2013). Esto explica, que tratamiento sin regulación de carga, posee fruto de menor calibre y con ello, menor masa del fruto como se señalan los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 3. Valores de atributos de calidad en *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos el día de cosecha en Capilla Cox

	Tratamiento	Carga de yemas frutales (%)	Firmeza frutos (g mm <sup>-1</sup> )	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )
<b>Capilla Cox</b>	1	100	184,4 a	14,8 b	1,47 b
	2	80	177,8 a	15,2 ab	1,60 ab
	3	60	177,5 a	16,3 a	1,92 a
	4	50	180,4 a	16,3 a	1,90 a
	5	40	187,8 a	16,3 a	1,90 a

Letras distintas en una misma columna indican que existe diferencia significativa entre tratamientos, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga yemas frutales.

La siguiente tabla 4 muestra los valores de firmeza, diámetro ecuatorial y peso del fruto que alcanzó cada tratamiento para fruta medida a los 25 días de postcosecha, donde el tratamiento con el 100 % de su carga de yemas frutales registra mayor firmeza que tratamientos con el 40 %, 50 %, 60 %, y 80 % del total de su carga frutal, para el tratamiento más firme significativamente su valor

corresponde a  $206,7 \text{ g mm}^{-1}$  perteneciente al tratamiento control, donde es similar a lo descrito por Lobos *et al.*(2018) donde refleja un valor de 2,07 N, lo que equivale  $203 \text{ g mm}^{-1}$  en mediciones 30DDC en mismo cultivar 'Duke'. Mientras que el valor mínimo significativo fue de  $171,1 \text{ g mm}^{-1}$  que corresponde al tratamiento del 40 % de su carga total de yemas frutales. Estos valores de firmeza son mayores a los obtenidos en medición del día de la cosecha (0D), debido al pre-acondicionamiento de la fruta almacenada antes de ser medida a los 25 y 45 días posterior a la cosecha, la cual consistió en  $25^{\circ}\text{C}$  durante treinta minutos, para luego ser medida por tratamiento. En la variable, diámetro ecuatorial revela que tratamientos con el 40 %, 50 % y 60 % del total de su carga de yemas frutales son mayores significativamente al tratamiento control correspondiente al 100 % de su carga de yemas frutales quién presenta un valor promedio de 14,2 mm siendo el mínimo significativamente entre los tratamientos, mientras que los tratamientos de mayor tamaño sus valores fluctuaron entre 15,5 y 16,0 mm, y son inferiores a lo reportado por Godoy (2023). De todos modos, estos valores son superiores al diámetro ecuatorial mínimo que se requiere para exportar la fruta según comité de arándanos Chile, donde señalan como defecto toda baya con un diámetro ecuatorial inferior a 12 mm. En tanto, la masa del fruto obtuvo resultados iguales significativamente al diámetro ecuatorial para fruta medida a los 25 días post cosecha, donde tratamiento con el 100 % de su carga de yemas frutales, presentan un menor peso del fruto que tratamiento con un 40 %, 50 % y 60 % del total de su carga de yemas frutales regulada con poda invernal. El valor más alto alcanzó  $1,83 \text{ g fruto}^{-1}$  en tratamiento con el 50% del total de su carga de yemas frutales, el cuál coincide con Godoy (2023) donde evaluó horarios y orientación de cosecha midiendo atributos de calidad en postcosecha obteniendo un peso de  $1,88 \text{ g fruto}^{-1}$  a los 30 días de almacenamiento para cultivar 'Legacy'. Los resultados expuestos en tabla 4, coinciden además con Kwon *et al.*(2018) sobre un experimento de poda en *Vaccinium corymbosum* L. cv. 'Jersey', donde señalan que una poda intensa aumenta el peso de la fruta en comparación a una poda ligera en la primera temporada de su estudio, y con Ballinger *et al.*(1973) donde menciona que frutos de arándanos más pequeños tienden a ser más firmes que los frutos grandes en condiciones normales de luz.

Tabla 4. Valores de atributos de calidad en *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y evaluados 25 días post cosecha en Capilla Cox

	Tratamiento	Carga de yemas frutales (%)	Firmeza frutos (g mm <sup>-1</sup> )	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )
<b>Capilla Cox</b>	1	100	206,7 a	14,2 c	1,38 c
	2	80	186,9 b	14,7 bc	1,53 bc
	3	60	185,4 b	15,5 ab	1,69 ab
	4	50	178,6 bc	15,6 a	1,83 a
	5	40	171,1 c	16,0 a	1,73 ab

Letras distintas en una misma columna indican que existe diferencia significativa entre tratamientos, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga yemas frutales.

La tabla 5 describe los resultados de los atributos de calidad ya mencionados, pero en fruta medida a los 45DDC. Los valores obtenidos en firmeza indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, con resultados que variaron entre 167,9 g mm<sup>-1</sup> y 144,3 g mm<sup>-1</sup>. Estos valores son inferiores a lo expuesto por Lobos *et al.* (2018) donde obtiene una firmeza de 1,87 N equivalente a 183 g mm<sup>-1</sup> en mismo cultivar 'Duke' a los 45 días post cosechados. Estos valores son inferiores a los medidos 0D y 25DDC, donde la pérdida de firmeza se asocia con la disminución de la pectina total soluble en agua y el desmontaje de las estructuras de la pared celular primaria y de la lámina media (Hirzel *et al.*, 2023a). En cuanto al diámetro ecuatorial de los frutos, sí se encontraron diferencias significativas, donde los tratamientos con un 40 %, 50 % y 60 % del total de su carga de yemas frutales presentaron mayor diámetro que tratamiento control con el total de su carga frutal, el diámetro ecuatorial máximo tuvo un valor de 15,1 mm y un valor mínimo de 13,4 mm correspondiente al tratamiento control. Estos valores son mayores a lo expuesto por Godoy (2023) donde entrega un valor de 12,2 mm de diámetro para cultivar 'Legacy' con 45 días de postcosecha y también mayores a los valores señalados

por Carrasco (2017), donde sus resultados exponen un diámetro de 11,1 mm y 13,3 mm para fruta medida 45 DDC en cultivares 'Liberty' y 'Aurora' respectivamente. La diferencia en el diámetro se debe a una mayor distribución de carbohidratos a los frutos y al aumento de la relación fuente/sumidero, donde los tratamientos con mayor regulación de carga mediante poda invernal interceptan mayor radiación solar debido a una mayor disponibilidad y distribución de luz (Yáñez *et al.*, 2009). Considerando esta misma discusión el peso del fruto también presenta diferencias significativas, donde tratamiento con mayor regulación de carga de yemas frutales (40 %), presenta mayor peso del fruto que tratamientos con un 80 % y 100 % del total de su carga de yemas frutales. Los tratamientos con mayor peso por fruto oscilaron entre 1,46 g fruto<sup>-1</sup> y 1,64 g fruto<sup>-1</sup>, los cuáles son inferiores a resultados de Godoy (2023) donde expone en su tesis un peso de 1,87 g en cultivar 'Legacy', con 45 días de almacenamiento. En tanto De Moura *et al.*(2017), en un estudio sobre distintas intensidades de poda en *Vaccinium corymbosum* L. 'Misty' mencionan que la poda fuerte incrementó el diámetro ecuatorial y peso del fruto en comparación con el testigo sin poda, los cuáles coinciden con los resultados de este experimento y son detallados en tabla 5.

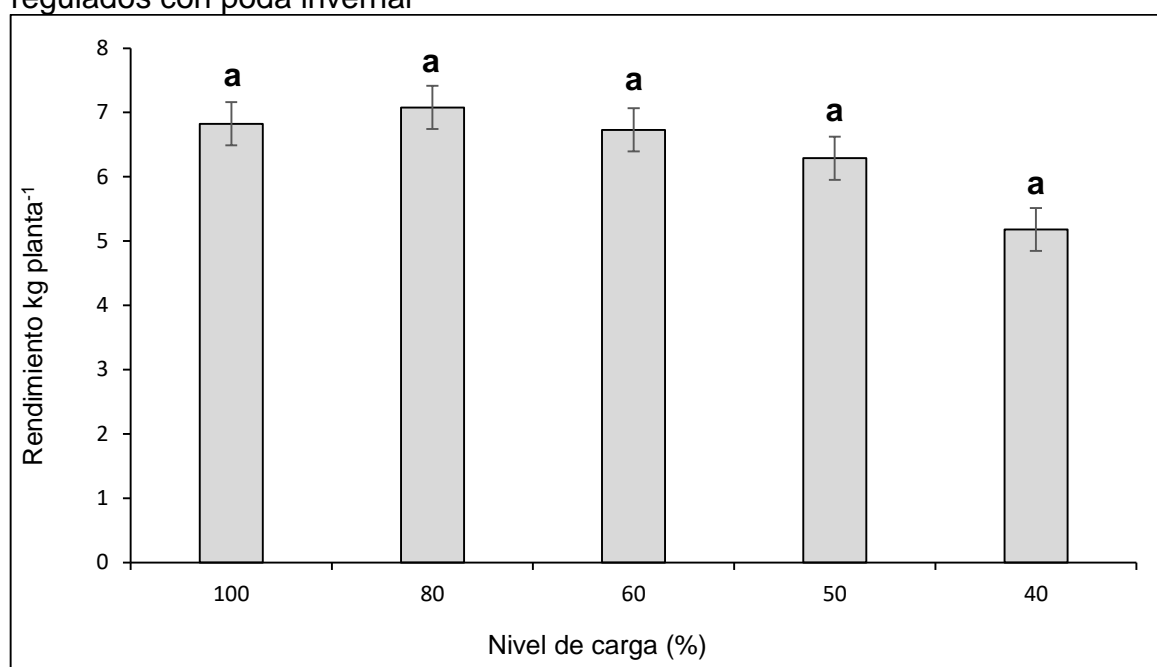
Tabla 5. Valores de atributos de calidad de *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos 45 días post cosecha en Capilla Cox

	Tratamiento	Carga de yemas frutales (%)	Firmeza frutos (g mm <sup>-1</sup> )	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )
<b>Capilla Cox</b>	1	100	167,9 a	13,4 c	1,22 b
	2	80	154,7 a	14,0 bc	1,36 b
	3	60	155,3 a	14,4 ab	1,46 ab
	4	50	148,5 a	14,4 ab	1,45 ab
	5	40	144,3 a	15,1 a	1,64 a

Letras distintas en una misma columna indican que existe diferencia significativa entre tratamientos, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga de yemas frutales.

El rendimiento por planta es la sumatoria de los pesos de cada baya recolectada durante la temporada, donde se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, con valores que variaron los 7,1 kg planta<sup>-1</sup> como valor máximo correspondiente al tratamiento con un 80 % del total de su carga de yemas frutales y valor mínimo de 5,2 kg planta<sup>-1</sup> que lo obtuvo el tratamiento con mayor regulación de carga (40%) detallados en figura 1.

Figura 1. Rendimiento total (kg planta<sup>-1</sup>) fruta fresca de *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke' en huerto Capilla Cox, separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal



Letras distintas en una misma columna indican que existe diferencia significativa entre tratamientos, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga de yemas frutales. Líneas en gráfico representa el error experimental entre los tratamientos.

Estos resultados están dentro del parámetro reportado por Ehlenfeldt *et al.*(2010) donde en un experimento de 9 temporadas consecutivas para el cultivar 'Duke' expone resultados entre 6,6 kg planta<sup>-1</sup> a 4,2 kg planta<sup>-1</sup>. En otro estudio realizado Kovalski *et al.*(2015), sí se encontraron diferencias significativas entre tres tratamientos de distinta intensidad de poda, donde obtuvo un valor máximo de 6,22 kg planta<sup>-1</sup> para el tratamiento con 30 % de intensidad de poda, y 3,78 kg planta<sup>-1</sup> para el tratamiento sin poda en cultivar southern highbush 'Jewel' en huerto de 9

años. Además, también existen diferencias significativas en estudio realizado por Jorquera-Fontena *et al.*(2014) donde sus valores oscilaron entre 2 a 4,5 kg planta<sup>-1</sup> en cultivar 'Brigitta' en huerto de 5 años. La nula diferencia entre los tratamientos de forma significativa se debe a que el suelo de huerto cumple con el nivel adecuado de nutrientes considerando su textura franco-arenosa, según la comparación entre el análisis físico y químico del suelo con valores nutricionales apropiados en el suelo reportado por el manual de manejo agronómico del arándano (González et al, 2017), detallado en anexo 2.

**Larqui.** La tabla 6 muestra los valores de 3 atributos de calidad que alcanzó cada tratamiento bajo distintas intensidades de regulación de carga frutal mediante poda invernal, evaluados el mismo día de la cosecha (0D).

Los resultados en firmeza indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos con valores que fluctúan entre 142,4 g mm<sup>-1</sup> y 159,4 g mm<sup>-1</sup>. Estos valores son inferiores a los expuestos por Lobos *et al.*(2018), Moggia *et al.*(2016) y Saftner *et al.*(2008), quienes señalaron una firmeza de 1,81 N – 1,69 N – 1,67 N, lo que equivale a 177 g mm<sup>-1</sup>, 165,6 g mm<sup>-1</sup> y 163,6 g mm<sup>-1</sup> respectivamente, todos en cultivar 'Duke'. Respecto al diámetro ecuatorial, sí existió diferencia significativa entre tratamientos, donde el 40 % y 50 % del total de su carga de yemas frutales, presentan mayor diámetro ecuatorial que el tratamiento con el 100 % de su carga frutal. Los valores fluctuaron entre 15,5 mm y 14,4 mm donde este último correspondió al tratamiento control. Estos resultados son similares a los obtenido por Milíc *et al.*(2017) donde expuso valores que variaron entre 15,9 mm y 14,2 mm de diámetro ecuatorial, mientras que Matiacevich *et al.*(2011) expone un valor de 16,0 mm para el cultivar 'Duke', siendo mayor al de este estudio, mientras que el peso del fruto no tuvo significancia entre sus tratamientos con valores que oscilaron entre 1,64 g fruto<sup>-1</sup> y 1,40 g fruto<sup>-1</sup>. Estos resultados no coinciden con Strik y Buller (2003) donde si reportaron diferencias significativas entre tratamientos entre poda convencional y podas ligueras durante 4 temporadas consecutivas para cultivar 'Bluecrop' y 'Berkeley'. Sumado a esto, diversos estudios exponen valores superiores a los resultados en este atributo de calidad, entre ellos encontramos lo señalado por Moggia *et al.*(2016) donde muestran un valor de 1,72 g fruto<sup>-1</sup>, así

como también, lo expuesto por Strik y Vance (2019) donde obtuvieron valores entre 2,0 g fruto<sup>-1</sup> y 2,35 g fruto<sup>-1</sup> en fruta de primera cosecha durante dos temporadas consecutivas, ambos en cultivar 'Duke'.

Tabla 6. Valores de atributos de calidad en *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos el día de cosecha en Larqui

	Tratamiento	Carga de yemas frutales (%)	Firmeza frutos (g mm <sup>-1</sup> )	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )
Larqui	1	100	142,4 a	14,4 b	1,40 a
	2	80	146,3 a	15,1 ab	1,57 a
	3	60	159,4 a	15,2 ab	1,58 a
	4	50	147,8 a	15,5 a	1,63 a
	5	40	148,4 a	15,4 a	1,64 a

Letras distintas en una misma columna indican que hay diferencias significativas, según test de Tukey (p ≤ 0,05). Tratamientos: % carga de yemas frutales.

La siguiente tabla 7 detalla los valores de los atributos de calidad ya mencionados, de fruta medida a los 25 días después de la cosecha. Respecto a la firmeza, al igual que en medición del mismo día de la cosecha (0D), no posee diferencia significativa entre tratamientos, los resultados obtenidos oscilaron entre 165,6 g mm<sup>-1</sup> y 151,5 g mm<sup>-1</sup>. Estos valores son inferiores al ya mencionado valor que entrega Lobos *et al.*(2018) de 203 gmm<sup>-1</sup> en mediciones con 30 días de almacenamiento para cv. 'Duke'. Estos valores sí concuerdan con lo reportado por Moggia *et al.*(2014) quienes exponen un valor de 153 g mm<sup>-1</sup> para el cultivar 'Brigitta' con 31 días de almacenamiento, sin embargo, Hirzel *et al.*(2023b) y Mendoza (2015) señalan que en primer lugar la firmeza depende del cultivar. El diámetro ecuatorial sí entregó diferencias significativas, donde los tratamientos con el 40 %, 50 % y 80 % del total de su carga de yemas florales presentó mayor diámetro que tratamiento control con el 100 % de su carga de yemas frutales. Los valores estuvieron entre

15,7 mm y 14,2 mm correspondiente al tratamiento control. Estos valores son superiores a los entregados por de Godoy (2013) y Carrasco (2017), quienes detallan un diámetro ecuatorial de la baya entre 12,6 y 13,7 mm para los cultivares 'Legacy' y 'Aurora' respectivamente, presentando un peso similar en OD y 25DDC. Mientras que el peso del fruto por tratamiento también registro diferencias significativas, donde el tratamiento con el 100 % de su carga de yemas frutales fue inferior respecto a los tratamientos con alguna intensidad de regulación de carga frutal. Los valores registrados estuvieron entre 1,70 g fruto<sup>-1</sup> y 1,33 g fruto<sup>-1</sup> siendo este último el tratamiento control con el 100 % de su carga. Estos valores son superiores al valor expuesto por Pescie *et al.*(2011), de fruta medida el mismo día de la cosecha, donde entregan como resultado un valor de 1,37 g fruto<sup>-1</sup> para el cultivar 'O'Neal' con poda invernal.

Tabla 7. Valores de atributos de calidad en *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y evaluados 25 días post cosecha en Larqui

	Tratamiento	Carga de yemas frutales (%)	Firmeza frutos (g mm <sup>-1</sup> )	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )
Larqui	1	100	165,6 a	14,2 b	1,33 b
	2	80	160,8 a	15,3 a	1,65 a
	3	60	159,0 a	15,3 ab	1,62 a
	4	50	151,5 a	15,7 a	1,73 a
	5	40	153,3 a	15,5 a	1,70 a

Letras distintas en una misma columna indican que hay diferencias significativas, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga de yemas frutales.

En la tabla 8 se puede visualizar los resultados de firmeza, diámetro ecuatorial y peso del fruto, pero medida a los 45 días después de cosecha. Los resultados obtenidos en firmeza indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, con una firmeza que varió entre 141,2 g mm<sup>-1</sup> y 125,6 g mm<sup>-1</sup>. Estos

valores son inferiores a lo expuesto por Lobos *et al.*(2018) donde obtiene una firmeza de 183 g mm<sup>-1</sup> en mismo cultivar 'Duke' a los 45 días post cosechados, como ya se mencionó. El diámetro ecuatorial de la baya (mm) y el peso (g fruto<sup>-1</sup>) poseen idénticas diferencias significativas entre tratamientos, donde en ambos, el tratamiento con la máxima regulación de carga (40%) y tratamiento con el 50 % de la carga de yemas frutales presentan mayor diámetro ecuatorial y peso de la baya que tratamiento control con el 100 % de su carga de yemas. Los valores del diámetro ecuatorial fluctuaron entre 15,3 mm y 13,8 mm, mientras que el peso g fruto<sup>-1</sup> varió entre 1,61 g fruto<sup>-1</sup> y 1,26 g fruto<sup>-1</sup>, lo que se considera normal dentro de los rangos registrados en la literatura. El efecto de la regulación de carga se evidenció principalmente con el aumento del diámetro ecuatorial como lo expone (Kwon *et al.*, 2018) y peso del fruto como lo reportaron investigadores como (Hirzel *et al.*, 2023b), además esta relación ha permitido a diversos autores establecer una relación directamente proporcional entre el diámetro ecuatorial y el peso del fruto, mientras que ambos se relacionan de manera inversamente proporcional a la firmeza de un fruto. (De Moura *et al.*, 2017; Muñoz *et al.*, 2017; Hirzel *et al.*, 2023b).

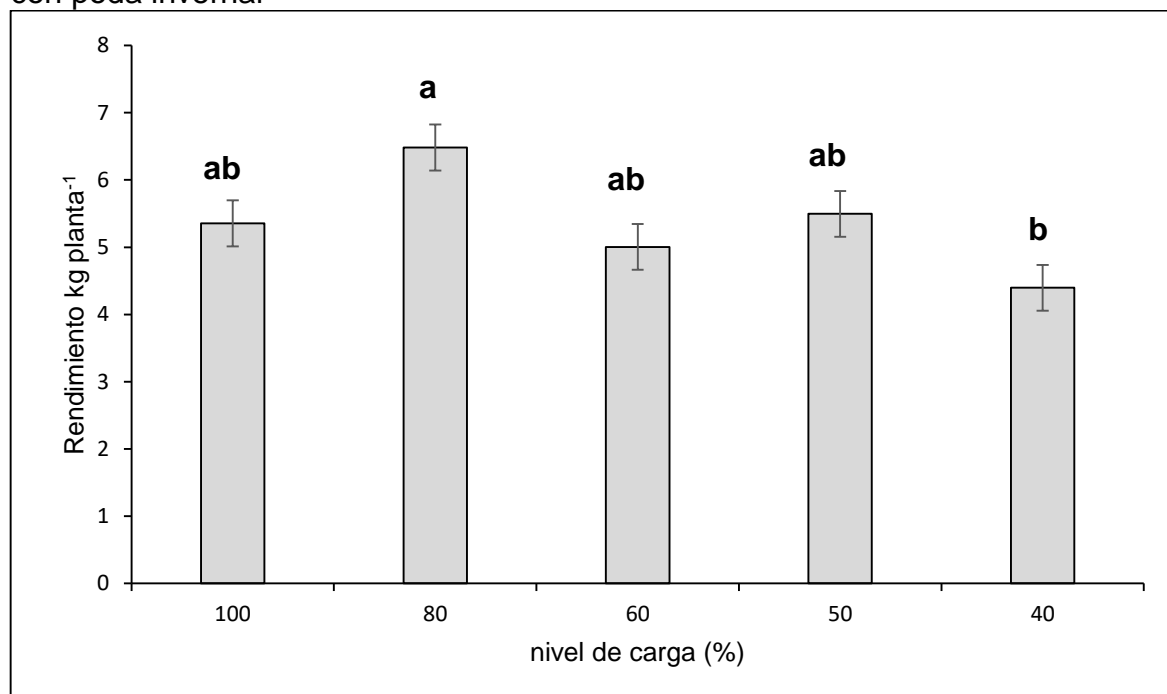
Tabla 8. Valores de atributos de calidad de *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke', separados entre tratamientos de nivel de carga regulados con poda invernal de fruta cosechada en primera semana de la temporada y medidos 45 días post cosecha en Larqui

	Tratamiento	Carga de yemas frutales (%)	Firmeza frutos (g mm <sup>-1</sup> )	Diámetro ecuatorial (mm)	Peso (g fruto <sup>-1</sup> )
Larqui	1	100	139,5 a	13,8 b	1,26 b
	2	80	141,2 a	14,4 ab	1,42 ab
	3	60	136,0 a	14,5 ab	1,42 ab
	4	50	125,6 a	15,3 a	1,57 a
	5	40	127,9 a	15,3 a	1,61 a

Letras distintas en una misma columna indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga de yemas frutales.

El rendimiento por planta se determinó mediante la sumatoria de los pesos de cada una de sus bayas cosechadas por planta seleccionada, como se describe en metodología. Los resultados de Larqui durante la temporada 21/22 están detallados en figura 2 y determinan que tratamiento con el 80 % del nivel de carga de yemas frutales, presentó mayor rendimiento significativo que tratamiento con máxima regulación de carga que equivalente al 40 % del total de su carga de yemas frutales. El mayor rendimiento registró un total de 6,5 kg planta<sup>-1</sup>, mientras que el menor obtuvo 4,4 kg planta<sup>-1</sup>, estos valores registrados están acorde a lo que registra Ehlenfeldt *et al.*, (2010), donde expone resultados entre 4,2 a 6,6 kg planta<sup>-1</sup> para cultivar 'Duke' en huerto de 9 años.

Figura 2. Rendimiento total (kg planta<sup>-1</sup>) de fruta fresca de *Vaccinium corymbosum* L. 'Duke' en Larqui y separados entre tratamientos de nivel de carga frutal regulados con poda invernal



Letras distintas en una misma columna indican que existe diferencias significativas entre los tratamientos, según test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Tratamientos: % carga de yemas frutales. Líneas en gráfico representa el error experimental entre los tratamientos.

## **CONCLUSIONES**

El objetivo general del estudio fue logrado, habiendo determinado el efecto de las variables de regulación de carga sobre calidad y condición de fruta en postcosecha para el cultivar 'Duke' bajo las condiciones experimentales donde se concluye que:

1. A Mayor regulación de carga de yemas frutales, la baya presentó mayor diámetro ecuatorial, peso del fruto, pero menor firmeza significativamente, mientras que rendimiento no presento diferencias entre tratamientos en localidad de Capilla Cox.
2. A Mayor regulación de carga de yemas frutales, la baya presentó mayor diámetro ecuatorial, peso del fruto y menor rendimiento por planta significativamente, mientras que para la firmeza no hubo diferencias en localidad Larqui.
3. Tratamiento con un 60 % de su carga de yemas frutales alcanzó los valores más altos significativamente para firmeza, diámetro ecuatorial y peso del fruto para fruta medida el día de la cosecha, a 25 y 45 días post cosechados.

## REFERENCIAS

1. Acuña, A., M. Fawaz, R. Herrera, J. Rebolledo, R. Romo y B. Umaña. 2015. *Caracterización de la provincia de Ñuble y una propuesta estratégica para el desarrollo del territorio*. Ediciones Universidad del Biobío, Concepción. [https://www.goredenuble.cl/sites/default/files/documentos/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20Provincia%20de%20%C3%91uble%20UBB\\_.pdf](https://www.goredenuble.cl/sites/default/files/documentos/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20Provincia%20de%20%C3%91uble%20UBB_.pdf)
2. Angeletti, P., H. Castagnasso, E. Miceli, L. Terminiello, A. Concellón, A. Chaves and A. Vicente. 2010. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. *Postharvest Biology and Technology*, 58(2):98- 103
3. Ballinger, W., L. Kushman and D. Hamann. 1973. Factors affecting the firmness of highbush blueberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 98(6), 583-587. <http://doi.org/10.21273/JASHS.98.6.583>
4. Buzeta, A. 1997. Chile: Berries para el 2000. Fundación Chile, Santiago, Chile. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/24155/Chile%20Berries%20para%20el%202000.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
5. Cadenas, F. 2013. *Efecto de diferentes cargas frutales sobre la distribución de elementos minerales en los diferentes órganos de la planta de olivo a cosecha*. [Tesis pregrado] Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116066>
6. Carrasco, S. 2017. *Comportamiento de la condición y calidad de fruta de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.), cv. Liberty y Aurora bajo simulación de parámetros de exportación*. [Tesis pregrado] Universidad de Concepción. <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/8321/1/Comportamiento%20de%20la%20condici%C3%B3n%20y%20calidad%20de%20fruta%20de%20ar%C3%A1ndanos%20%28Vaccinium%20corymbosum%20L.%29%2C%20cv.%20Liberty%20y%20Aurora%20bajo%20simulaci%C3%B3n%20de%20par%C3%A1metros%20de%20exportaci%C3%B3n.pdf>
7. Comité de arándanos chileno. 2019. *Norma de calidad arándano*. <https://comitedearandanos.cl/wp-content/uploads/2022/04/Norma-de-Calidad-y-Condicion-Comite-de-Arandanos-V09-1.pdf>
8. De Moura, G., M. Vizzotto, L. Picolotto and L. Corrêa Antunes. 2017. Production, physical-chemical quality and bioactive compounds of misty blueberry fruit under different pruning intensities. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39:e-158.

9. Ehlenfeldt, M., and R. Martin. 2010. Seed set, berry weight, and yield interactions in the highbush blueberry cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) 'Bluecrop' and 'Duke', *J. Am. Pomol. Soc.* 64.
10. Godoy, C. 2023. *Calidad y condición de frutos de arándanos (vaccinium corymbosum 'Legacy') cosechados en diferentes horarios y orientaciones.* [Tesis pregrado] Universidad de Concepción. <http://repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/11551/1/GODOY%20%282023%29%20CALIDAD%20Y%20CONDICI%c3%93N%20DE%20FRUTOS%20DE%20AR%c3%81NDANOS%20%28VACCINIUM%20CORYMBOSUM%20%e2%80%98LEGACY%e2%80%99%29%20COSECHADOS%20EN%20DIFERENTES%20HORARIOS%20Y%20ORIENTACIONES.pdf>
11. Gucci, R., E. Lodolini and H. Rapoport. 2009. Water deficit-induced changes in mesocarp cellular processes and the relationship between mesocarp and endocarp during olive fruit development. *Tree Physiol*, 29(12):1575- 1585.
12. Hirzel, J., J. Rojas, D. Sepúlveda, S. Rojas y R. Radrigán. 2018. ¿Existe relación entre firmeza y contenido de materia seca en frutos de arándano? *Ciencias Agronómicas*. 32(18): 20-25.
13. Hirzel, J., V. Moya and C. Balbontín. 2023a. Characterization of fruit quality attributes and nutritional composition of ten blueberry cultivars. *Israel Journal of Plant Sciences*, 70(1-2), 91-103. <https://doi.org/10.1163/22238980-bja10073>
14. Hirzel, J., J. Retamal, C. Balbontín, P. Muñoz-Vega, and E. Moya-Elizondo. 2023b. Effect of load regulation by winter pruning on fruit quality attributes of 'Duke' and Legacy blueberry cultivars. *Chilean journal of agricultural research*, 83(4), 418-431. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392023000400418>
15. iQonsulting. 2023. *Anuarios de arándanos*. <http://www.iqonsulting.com/yb/>
16. Jansen, W. 1997. Pruning of highbush blueberries. *Acta Horticulturae*, (446):333–336.
17. Jorquena-Fontana, E., M. Alberdi and F. Franck. 2014. Pruning severity affects yield, fruit load and fruit and leaf traits of 'Brigitta' blueberry. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 14(4):855-868.
18. Kovaleski, A., J. Williamson, B. Casamali, and R. Darnell. 2015. Effects of timing and intensity of summer pruning on vegetative traits of two southern highbush blueberry cultivars. *Hortscience*. 50(1), 68-73.
19. Kwon, Y., I. Kang, J. Yoo, H. Woo, S. Koh, S. Kim, K. Park, and C. Choi. 2018. Effects of pruning and fertilization on the growth of highbush blueberry

- 'Jersey'. *Horticultural Science and Technology* 36:521-528. <http://doi:10.12972/kjhst.20180052>.
20. Léchaudel, M., J. Joas, Y. Caro, M. Génard and M. Jannoyer. 2005. Leaf:fruit ratio and irrigation supply affect seasonal changes in minerals, organic acids, and sugars of mango fruit. *Journal of the science of food and agriculture*, 85(2), 251-260.
  21. Leiva-valenzuela, G., L. Renfu and J. Aguilera. 2013. Prediction of firmness and soluble solids content of blueberries using hyperspectral reflectance imaging. *Journal of Foods Engineering*, 115(1):91-98.
  22. Lobos, G., C. Bravo, M. Valdés, J. Graell, I. Lara, R. Beaudry and C. Moggia. 2018. Within-plant variability in blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.): maturity at harvest and position within the canopy influence fruit firmness at harvest and postharvest. *Postharvest biol. technol.* 146: 26-35.
  23. Macas, K., y F. Granja. 2022. Influencia de podas y nutrición nitrogenada en el desarrollo vegetativo del arándano (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi). *CEDAMAZ*, 12(2), 138-144.
  24. Matiacevich, S., P. Silva, J. Enrione, F. Osorio. 2011. Quality assessment of blueberries by computer th vision. *Procedia Food Science* 1:421-425. 25.
  25. Mendoza, H. 2015. Factores nutricionales en la calidad y condición de los berries. *Blueberries Consulting*, [https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf\\_000021.pdf](https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000021.pdf)
  26. Milić, B., J. Tarlanović, Z. Keserović, N. Magazin, M. Miodragović and G. Popara. 2018. Bioregulators can improve fruit size, yield and plant growth of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) *Scientia Horticulturae*, 235, 214-220. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.004>
  27. Moggia, C., G. Lobos and J. Retamales. 2014. Modified atmosphere packaging in blueberries: effect of harvest time and moment of bag sealing. *Acta Hortic*, 1017, 153-158. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1017.16>
  28. Moggia, C., J. Graell, I. Lara, G. Schmeda-Hirschmann, S. Thomas-Valdés and G. Lobos. 2016. Fruit characteristics and cuticle triterpenes as related to postharvest quality of highbush blueberries. *Scientia Horticulturae*, 211:449-457. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.018>
  29. Moggia, C., O. Peñaloza, J. Torres, S. Romero-Bravo, D. Sepúlveda, R. Jara, S. Vivanco, M. Valdés, M. Zúñiga, R. Beaudry and G. Lobos. 2022. Within-plant variability blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) II: Is a shorter harvest Interval always the ideal strategy to maximize fruit firmness?. *Postharvest Biology and Technology*, 186.

30. Muñoz-Vega, P., H. Serri, M. López, M. Faundez y P. Palma. 2017. Efectos de diferentes intensidades de poda sobre el rendimiento y calidad de fruta en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. 'Brigitta'. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 33, 285–303.
31. Pérez, C., (10 de mayo de 2022). El exhaustivo análisis del mercado del arándano de Cort Brazelton. *Blueberries consulting*. <https://blueberriesconsulting.com/el-exhaustivo-analisis-del-mercado-del-arandano-de-cort-brazelton/>
32. Pérez, C., (3 de marzo de 2023). Las variedades de arándanos más populares en Chile en medio de la contracción de la demanda por plantas. *Blueberries consulting*. <https://blueberriesconsulting.com/las-variedades-de-arandanos-mas-populares-en-chile-en-medio-de-la-contraccion-de-la-demanda-por-plantas/>
33. Pescie, M., M. Borda, P. Fedyszak and C. López. 2011. Efecto del momento y tipo de poda sobre el rendimiento y calidad del fruto en arándano altos del sur (*Vaccinium corymbosum*) var. O'Neal en la provincia de Buenos Aires. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 37, 268-274.
34. Pinochet, D., P. Artacho and A. Maraboli. 2014. *Manual de fertilización de arándanos cultivados en el sur de Chile*. Universidad Austral. PROYECTO FIA-UACH PYT 2009-0080. <https://www.agriismart.com/wp-content/uploads/2015/04/Manual-Ar%C3%A1ndanos.pdf>
35. Portal Portuario. 2023. *Proyección de exportaciones de arándanos frescos chilenos cae 6% para temporada 2023-2024*. <https://portalportuario.cl/proyeccion-de-exportaciones-de-arandanos-frescos-chilenos-cae-6-para-temporada-2023-2024/>
36. Prussia, S., M. Tetteh, B. Verma and D.Nesmith. 2006. Apparent modulus of elasticity from FirmTech 2 firmness measurements of blueberries. *Transactions of the ASABE*, 49(1),113-121.
37. Razeto, B. 1999. *Para entender la fruticultura*. (3 ed). Bruno Razeto Migliaro. 85-86 p. ISBN: 956288156
38. Red Agrometeorológica Instituto investigación agropecuaria. (s/f) <https://agrometeorologia.cl/>
39. Retamales, J., M. Palma, Y. Morales, G. Lobos, C. Moggia and C. Mena. 2014. Blueberry production in Chile: current status and future developments. *Rev. Bras. Frutic.* 36(1), 58-67
40. Romero, C., 2016. *El arándano en el Perú y en el mundo. Producción, comercio y perspectivas*. Ministerio de Agricultura y Riego, Perú.

<https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economicos/boletines/2016/36-el-arandano-en-el-peru-y-el-mundo/file>

41. Sadzawka R., A. Carrasco., M. Grez., R. Mora., M. Flores., y A. Neaman. 2006. Métodos de análisis recomendados para los suelos de Chile. Revisión 2006. Santiago, Chile: Serie Actas - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 34. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/8541>
42. Saftner, R., J. Polashock, M. Ehlenfeldt and B. Vinyard. 2008. Instrumental and sensory quality characteristics of blueberry fruit from twelve cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 49(1), 19–26. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2008.01.008>
43. Siefker, J. and J. Hancock. 1986. Yield component interactions in cultivars of the highbush blueberry. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 111(4),606-608.
44. Stolpe, N. 2006. *Descripciones de los principales suelos de la VIII región de Chile.* Ediciones Universidad de Concepción. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/56740>
45. Strik, B., G. Buller and E. Hellman. 2003. Pruning severity affects yield, berry weight, and hand harvest efficiency of highbush blueberry. *HortScience* 38,196-199.
46. Strik, B. and A. Vance. 2019. Highbush blueberry cultivars differ in the relationship between seed number and Berry weight during the harvest season. *Hortscience*. 54(10),1728-1736.
47. Strik, B. and A. Davis. 2022. Pruning method and trellising impact hand- and machine-harvested yield and costs of production in ‘Legacy’ highbush blueberry. *HortScience*. 57,811-817.
48. USDA. 2014. Keys to soil taxonomy. 12th ed. United States Department of Agriculture (USDA), Washington D.C., USA.
49. Yang, W., J. Harpole, C. Finn and B. Strik. 2009. Evaluating berry firmness and total soluble solids of newly released highbush blueberry cultivars. *Acta Horticulturae*. 810,863-867.
50. Yañez, P., J. Retamales, G. Lobos and A. Del Pozo. 2009. Light environment within mature rabbiteye blueberry canopies influences flower bud formation. *Acta Horticulturae*. 810,471-473
51. Zapata, L., A. Malleret, C. Quinteros, C. Lesa, C. Vuarant, M. Rivadeneira y J. Gerard. 2010. Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración. *Cienc. docencia tecnol.* 21(41), 159-171

## ANEXOS

### Anexo 1. Análisis físico y químico de suelo de ambas localidades.

Localidad	Capilla Cox	Larqui
Suelo	Andisol	Inceptisol
Arcilla (%)	17,5	21,7
Limo (%)	29,4	46.1
Arena (%)	53,1	32.2
Textura	FA	F

Fuente: Adaptado de (Hirzel, 2023b)

### Anexo 2. Análisis químico para cada suelo, y comparado con nivel adecuado según textura para el cultivo de arándanos en Chile

	Capilla Cox	Larqui	Nivel adecuado de nutrientes
pH (al agua)	5.60	5.37	4,8 – 5,8
MO (g kg <sup>-1</sup> )	9.96	6,60	Mayor a 2,5
N disponible (ppm)	16,9	9.4	10 – 20
P Olsen (ppm)	107,2	35.3	Mayor a 5
K intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	0,56	0,96	0,3 – 0,6
Ca intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	7,22	5,03	4 – 8
Mg intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	1,25	1,01	0,8 – 1,5
Na intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	0,35	0,13	0,03 – 0,2
Al intercambiable (cmol kg <sup>-1</sup> )	0,11	0,22	Menor a 0,3
ClCe (cmol kg <sup>-1</sup> )	9,49	7,35	8-15
S disponible (ppm)	92.0	106.3	Mayor a 8
Zn disponible (ppm)	24.1	12.7	1 - 4
Fe disponible (ppm)	60.6	49.6	4 – 20
Cu disponible (ppm)	2.3	1.6	0,5 – 1
Mn disponible (ppm)	6,4	6.3	3 – 10
B disponible (ppm)	1.31	0.71	0,6 – 1,5

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del manejo agronómico del arándano (González *et al*, 2017).

Anexo 3. Registro de factores climáticos en estación meteorológica Santa Rosa, Región del Ñuble para el año 2021.

<b>Tiempo UTC-4</b>	<b>Temperatura</b>			<b>Precipitación</b>
	<b>Temperatura del Aire °C</b>	<b>del Aire Máxima °C</b>	<b>Humedad Relativa %</b>	<b>Acumulada mm</b>
Ene-2021	19,7	29,7	58,6	114,5
Feb-2021	19,1	28,5	70	0,1
Mar-2021	17,2	26,8	70,4	3,1
Abr-2021	13,7	22,1	78,6	36,1
May-2021	9,6	16,1	87,8	114
Jun-2021	8,8	14	88,5	50,8
Jul-2021	6,8	12,7	87,7	95,4
Ago-2021	8,6	14,2	84,4	95,6
Sep-2021	10,3	17,8	77,6	95,6
Oct-2021	13	21,2	69,6	24,8
Nov-2021	16	25,2	66,2	6
Dic-2021	19,3	29,3	59,2	13

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de red meteorológica Agromet, INIA.