



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

## TRABAJO FINAL

### “CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE VARIEDADES DE ARÁNDANO *Vaccinium corymbosum* L”

**Nombre del alumno:** Jensen, Edgardo Joaquín

**Nº de Legajo:** 25991/6

**D.N.I.:**34.660.443

**Dirección de correo electrónico:**joakojensen@hotmail.com

**Teléfono:**3446-15613734

**Director:** Ing. Agr. Romero, María de los Ángeles

**Co-Director:** Dr. Voget, Claudio

**Fecha de entrega:**2 de julio de 2018.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia principal sostén a lo largo de todos estos años, compañeros que fui conociendo, mis amigos, director, co-director, profesores y autoridades de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata que hicieron posible la obtención de éste título de grado que me acompañará a lo largo de la vida.

## INDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. HIPÓTESIS.....	7
3. OBJETIVO GENERAL .....	7
3.1Objetivos específicos .....	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
4.1 Parámetros registrados en el cultivo.....	8
4.2 Agronómicos .....	9
4.3 Parámetros de laboratorio .....	9
4.4. Diseño experimental y análisis estadístico .....	12
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5.1 Parámetros registrados en el cultivo.....	12
5.2 Agronómicos .....	16
5.3 Parámetros Laboratorio .....	24
7. CONCLUSIONES .....	30
8. BIBLIOGRAFÍA.....	31

## RESUMEN

El estudio se realizó en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (Lat. 34° 52' S y Long. 57° 58' W, 15 m snm) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina en la localidad de Los Hornos, Partido de La Plata.

El cultivo de arándano está integrado por parcelas con diferentes variedades del género *Vaccinium corymbosum* "arándano alto", en este estudio se trabajó con Blue Cuinex y Georgia Gem de desarrollo normal y sin problemas sanitarios visibles. Las plantas se han cultivado en condiciones de secano y con manejos mínimos de poda, control de malezas y fitosanitario con el fin de probar su adaptabilidad productiva bajo las condiciones climáticas del lugar. La conducción del huerto es en líneas plantadas a una distancia de 3 x 1 m, es decir una densidad de 3333 pl/ha, en condiciones de secano. Durante la campaña 2016/2017 sobre 27 plantas de cada variedad distribuidas en bloques al azar, se determinó: producción por planta (Kg/pl), peso de las bayas (gr), proyección de la copa (m<sup>2</sup>), altura de las mismas, pH, sólidos solubles totales (SST), contenido de antocianos y acidez total. Los tratamientos se evaluaron mediante el empleo del test de Student.

El nivel de producción promedio por planta alcanzó 2,28 kg/pl Georgia Gem y 1,68 kg/pl en Blue Cuinex. Este resultado no arrojó diferencias significativas al igual que el pH, SST, peso de las bayas, alturas de las plantas, contenido de antocianos y acidez. La proyección de la copa presenta diferencias significativas entre las variedades. Los resultados muestran una mejor respuesta productiva de la variedad Blue Cuinex sobre Georgia Gem.

## 1. INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L), es un cultivo frutal que ha experimentado en los últimos años un sostenido crecimiento en superficie y rendimiento, convirtiéndose en una interesante alternativa de producción en EE.UU., Europa y América del Sur en lugares de frío invernal y suelo ácido (Gil Salaya, 1999).

Este frutal constituye un grupo de especies nativas principalmente del hemisferio Norte, que pertenecen a la familia de las Ericáceas (Sudzuki, 1983), cuyo origen está registrado en la zona norte de USA (Barriga *et al.*, 1991). De las más de treinta especies que constituyen el género *Vaccinium* spp. Solo un pequeño grupo de ellas tiene importancia comercial: arándano alto (Highbush blueberry, *V. corymbosum*), arándano ojo de conejo (Rabbiteye blueberry, *V. ashei*) y arándano bajo (Lowbush blueberry, *V. angustifolium*) (Barriga *et al.*, 1991; Buzeta, 1997).

Las especies cultivadas en nuestro país corresponden a *V. corymbosum* (arándano alto o Highbush) y a *V. Ashei* (Rabbieteye u ojo de conejo). El arándano alto incluye a las variedades más cultivadas, siendo las principales Emerald, Jewel, Misty, SnowchaserStar, Blue Crisp, San Joaquin, O' Neal, Primadonna, Farthing, Springhigh, Millenia, Scintilla, Sapphire, Sweetcrisp, Abundance, Southern Belle, Rebe. (Molina, 2017).

Con respecto a los requerimientos climáticos necesita de un periodo de frío durante el invierno que le permita sobreponerse al estado de reposo. Este se puede cuantificar en horas de frío por debajo de 7°C y es diferente para cada variedad. Con respecto a las temperaturas máximas y mínimas, estas plantas pueden soportar fríos muy intensos de

hasta -30°C por el contrario, temperaturas superiores a 30°C pueden causar daños en los frutos (Carhuaricra, 2013).

Es una planta arbustiva leñosa, ramificada, perenne y de larga vida. Dependiendo de la especie, puede alcanzar alturas que van desde unos pocos centímetros hasta los 7 m. El sistema radical está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que se concentran en un 80% a 50 cm de profundidad del suelo, encontrándose muy cerca de la superficie. Las mismas no son capaces de atravesar horizontes compactos y requieren de suelos sueltos y bien drenados; es muy sensible tanto al déficit como al exceso de agua y buen contenido de materia orgánica (3% a 5%). Se desarrollan bien en suelos con pH entre 4,4 y 5,5 ligeramente ácido (Rebolledo, 2013).

La parte aérea está constituida por numerosos vástagos, pudiéndose encontrar ramas de uno, dos, tres o más años de edad que surgen de la corona. Las ramas productivas son las ramas de un año de edad sobre las que encontramos las yemas florales en número variable según las variedades. Estas yemas se distribuyen desde la mitad o en el tercio apical de las ramas de un año y su número depende de las características genéticas y del manejo nutricional, el riego y la poda. Luego, en una posición más basal, se ubican las yemas vegetativas (Galletta *et al.*, 1990).

Presentan hojas simples, las cuales se ubican de forma alterna en la ramilla, varían entre 1 a 8 cm de largo y la forma puede ir de ovada a lanceolada. Tienen color verde pálido y en otoño desarrollan una pigmentación rojiza. Posee estomas solamente en el envés de las hojas. (Carhuaricra, 2013).

Las yemas terminales de las ramillas se diferencian cuando se detiene el crecimiento vegetativo al inicio del otoño y probablemente en respuesta al fotoperiodo. Las flores poseen corola blanca o rosada, se disponen en racimos generalmente axilares.

Los Frutos son bayas casi esféricas, que dependiendo de la especie y cultivar, pueden variar en tamaño de 0,7 a 1,5 centímetros de diámetro, y en color desde azul claro hasta negro. Tienen un sabor particular, difícilmente comparable con el de otras frutas a las que el paladar argentino está acostumbrado: dulce y ligeramente ácido a la vez. Respecto a su valor nutritivo, posee un contenido calórico, son pobres en grasa y en sodio. No posee colesterol, es rico en fibras y minerales, destacándose su alta concentración en vitamina C. Tiene propiedades antioxidantes que actúan contra los radicales libres, disminuyendo así la probabilidad de contraer cáncer y enfermedades coronarias. (Gordo, 2011). El contenido de azúcares totales (fructosa y glucosa principalmente) oscila en un rango entre 10 y 14 %, de los cuales cerca de un 95% corresponde a azúcares reductores. El principal ácido orgánico presente es el ácido cítrico seguido del ácido málico. El balance entre azúcares y ácidos es muy importante en la calidad del sabor de estas frutas (Dinamarca *et al.*, 1986). Las bayas contienen altas cantidades de antioxidantes en la dieta, representados principalmente por compuestos polifenólicos, en particular antocianinas, flavonoides, catequinas y ácidos fenólicos. Las antocianinas constituyen una gran familia de polifenoles en plantas y son responsables de los colores para muchas frutas y flores observadas en la naturaleza. Actualmente, el estudio del contenido y estabilidad de este tipo de compuestos es de gran importancia, ya que las antocianinas son relativamente inestables y presentan reacciones degradativas en el proceso y almacenamiento de las mismas. Kalt y colaboradores (2002) demostraron que la capacidad antioxidante de los arándanos altos (*Vaccinium corymbosum* L.) y de los arándanos bajos (*Vaccinium angustifolium*) está fuertemente correlacionada con el contenido total de antocianinas y que la capacidad antioxidante de las bayas de estas dos especies es aproximadamente tres veces mayor que para las frutillas y frambuesas. Comparado con las antocianinas, el ácido ascórbico realiza un aporte muy pequeño a la totalidad de la función antioxidante de los arándanos. (Aguilera *et al.*, 2009). Los factores

que puede afectar la actividad antioxidante incluyen la madurez en la cosecha, periodo de madurez, diferencias genéticas, condiciones ambientales en la pre- cosecha, poscosecha, almacenamiento y procesamiento (Connor *et al.*, 2002). Molina *et al.*(2010) han encontrado que el sistema de producción (abierto o en túnel) y la zona de cultivo pueden marcar pequeñas diferencias en los parámetros físico-químicos relacionados con la calidad del arándano, y a su vez plantean que los factores genéticos son los principales determinantes de dichas variaciones. Investigadores europeos y americanos coinciden que las variedades silvestres no sólo presentan mejores propiedades organolépticas (color, sabor, textura, jugosidad,etc) sino que, además, tienen un contenido fenólico más alto, asociado a una mayor actividad antioxidante (Kalt *et al.*, 2001; Moyer *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2004;Giovannelli *et al.*, 2009). Numerosos resultados demuestran que aumenta la actividad antioxidante, el contenido fenólico total y el contenido de antocianinas puede aparecer en el arándano durante el almacenamiento en frío y depende del cultivar. (Connor, 2002).

## **2. HIPÓTESIS**

En el presente estudio se plantea que a igual manejo agronómico y condiciones climáticas el comportamiento varietal de arándanos altos (*Vaccinium corymbosum* L.), es cualitativa y cuantitativamente diferente entre los cultivares Blue Cuinex y Georgia Gem.

## **3. OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar los frutos de las variedades Blue Cuinex, Georgia Gem pertenecientes al género *Vaccinium spp.* de acuerdo a sus características agronómicas y fisicoquímicas.

### **3.1Objetivos específicos**

- Describir agronómicamente las dos variedades de acuerdo a parámetros climáticos.
- Evaluar el rendimiento y calidad de la fruta obtenida.
- Determinar diferencias en la composición química de los frutos.

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Julio Hirschhorn (Lat. 34° 52' S y Long. 57° 58' W, 15

msnm) en la Localidad de Los Hornos (La Plata) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

El cultivo de arándano está integrado por parcelas con diferentes variedades del género *Vaccinium corymbosum* "arándano alto", en este estudio se trabajó con Blue Cuinex y Georgia Gem de desarrollo normal y sin problemas sanitarios visibles.

Las plantas se han cultivado en condiciones de secano y con manejos mínimos de poda, control de malezas y fitosanitario con el fin de probar su adaptabilidad productiva bajo las condiciones climáticas del lugar.

La conducción del huerto es en líneas plantadas a una distancia de 3 x 1m, es decir una densidad de 3333 pl/ha, en condiciones de secano.

#### 4. Parámetros registrados en el cultivo

**4.1. Climáticos:** se analizó el período vegetativo del cultivo durante la campaña 2016/2017

Las temperaturas se registraron en una estación automática Davis Grow Weather ubicada en el predio de la Estación Experimental (FCAYF - UNLP).

• **Horas de frío:** se calcularon desde el estado fenológico caída de hojas correspondiente al 20/05/2016 para las dos variedades, hasta el estado yema hinchada 01/08/2016 y 05/08/2016 para Blue Cuinex y Georgia Gem respectivamente. Se utilizó el método por conteo directo de las unidades de frío efectivas reales ( $0 \leq y \leq 7^{\circ}\text{C}$ ) utilizando las temperaturas diarias horarias, para cumplir su receso invernal. También se realizó el cálculo por las fórmulas de Crossa-Reynauld, utilizando las temperaturas máximas y mínimas diarias.

• **La acumulación térmica (GDA):** corresponde a la suma térmica por sobre un umbral o base de temperatura ( $10^{\circ}\text{C}$ ) para alcanzar un determinado estadio fenológico. Para el cálculo se trabajó con las temperaturas medias diarias ( $T_m$ ) sobre la base de  $10^{\circ}\text{C}$  ( $T_b$ ) considerada como cero vital. (Donoso *et al.*, 2008).

**4.1.2 Fenología:** las observaciones se realizaron en las dos variedades semanalmente registrando las fases fenológicas. En 27 plantas de acuerdo a las indicaciones de Rivadeneira & Carlazara (2011) a lo largo del período vegetativo y reproductivo de del cultivo desde brotación hasta caída de hoja.

## 4.2 Agronómicos

**4.2.1 Rendimiento:** se tomó de 3 plantas representativas de cada bloque y variedad.

Para determinar:

- ✓ Racimos/planta.
- ✓ Bayas/racimos.
- ✓ Peso de bayas.

**4.2.2 Proyección de la copa:** se realizó en las 27 plantas de cada variedad, se tomó la longitud de los dos semiejes pertenecientes a la proyección elipsoidal y posteriormente con ellos se calculó el área en  $\text{m}^2$ .

**4.2.3 Altura:** se tomó la altura del total de plantas.

**4.2.4 Volumen de la copa:** relaciona la superficie de la copa con la altura de las plantas.

## 4.3 Parámetros de laboratorio

Del total de frutos recolectados una parte se usó para determinaciones en fresco y lo restante se congeló a  $-80^{\circ}\text{C}$  para mantener las mismas propiedades y poder seguir con los ensayos.

**4.3.1 Determinaciones con fruto fresco:** recolectados en forma aséptica en bolsas herméticas estériles.

- Peso de las bayas: se toman 20 frutos al azar de las dos variedades y se pesan empleando balanza electrónica de precisión.
- pH: con peachímetro de mano (ATAGO DPH-2) a partir del mosto macerado de las bayas con piel en mortero. La lectura se obtuvo de un extracto proveniente de 5 bayas. Este procedimiento se llevó a cabo en 3 plantas por variedad.
- Sólidos solubles totales (SST): con refractómetro de mano (Optika DC-HR130) con temperatura auto compensada se determina la medición en ° Brix. (Vilches, 2005).

**4.3.2 Determinaciones con fruto congelado:** a partir de bayas congeladas -80°C para su conservación. La congelación se basa en la solidificación del agua que contengan estas, de tal manera que se detengan los procesos bacteriológicos y enzimáticos que destruyen los alimentos (Carhuaricra, 2013). Para los análisis, las bayas se dividieron en dos fracciones, una de ellas se empleó para determinar acidez titulable y nitrógeno asimilable (N-amino) luego de descongelarlas en baño a 30 °C y la otra para determinar contenido de antocianos en la piel. En este último caso la piel se sacó de las bayas antes del descongelamiento total.

-Contenido de antocianinas: para la extracción de antocianos se pesaron 30 bayas y se les retiró la piel cuidadosamente, luego de lo cual se determinó su peso húmedo. La extracción se realizó homogeneizando 5 g de piel con 40 ml de alcohol absoluto acidificado con 1% de ácido clorhídrico por 2 min un homogeneizador (OMNIMIXER-SORVALL) a máxima velocidad. Durante el proceso el recipiente se mantuvo en frío. La mezcla se pasó a un tubo de centrifuga y se agitó durante 2 horas a temperatura ambiente. Finalmente se centrifugó, el sobrenadante, se diluyó 1:10 y se mantuvo refrigerado tres horas, luego se

diluyó 1:20 con el alcohol acidificado y se midió la absorbancia a 546 nm(máxima longitud de onda). La concentración de antocianos se expresó como cianidina-5–rutinósido (PM 595,53) considerando un coeficiente de absorción molar ( $\epsilon$ ) de  $31085 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  (Cinquanta *et al*, 2002). A partir de esta se cuantificaron las antocianinas totales y se expresaron como mg de antocianos cada 100 g de bayas. (Zapata, 2014). La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$\text{Antocianos en el extracto (AE)} (\text{Abs}_{546} \times 595,53 \times 1000 \times 200) / 31085 = \text{Abs}_{546} \times 19,1 \times 200$$

AE se expresa en mg /l de extracto

Antocianos (mg cada 100 g de baya):  $\text{AE} \times 0,04 \times \text{G}/5$

G: g de piel cada 100 g de baya, 5: g de piel empleados para el extracto, 0,04 para pasar a ml el volumen de extracto

-Acidez total: corresponde a la suma de los ácidos valorables del arándano y mosto cuando se lleva el pH a 8. Los ácidos más frecuentes en arándano son el ácido cítrico seguido del ácido málico. Para la determinación se pesan 10 arándanos descongelados sin pelar de cada una de las variedades, se trituran en mortero. Se toma con pipeta 10 ml de mosto y se vierte en un Erlenmeyer, se lleva a 10 ml con agua destilada a este se le agregan unas gotas de fenolftaleína como indicador (incolore: medio ácido; rosado: medio básico). Posteriormente se procede a la titulación del jugo con una solución de NaOH 0,1N hasta viraje del indicador (rosa claro persistente durante 30 segundos). Es importante que las gotas no caigan sobre las paredes del recipiente y el líquido se mantenga en agitación suave y permanente para detectar el momento justo de viraje del indicador. Luego con el volumen de hidróxido gastado y la normalidad de este se procede al cálculo del % de ácido cítrico presente en la muestra. Garcia&Xirau (2005). El peso equivalente del cítrico es 63,67 g.

$$\% \text{ cítrico} = [(V \times N)_{\text{NaOH}} / V_M] \times 63,67 \times 0.1$$

Dónde:  $V_M$  es el volumen de muestra.

$V$ = volumen de hidróxido de sodio gastado.

$N$ = normalidad de hidróxido de sodio.

Para medir el N amino se empleó el método del formol. Barryet *al*, 2002.

$$\text{N-amino (mg/L)} = [(V \times N)_{\text{NaOH}} / V_M] \times 14 \times 1000$$

Dónde:  $V$  es volumen del NaOH luego de agregar el formol.

#### 4.4. Diseño experimental y análisis estadístico

El estudio se realizó sobre 27 plantas distribuidas en bloques enteramente al azar, donde cada tratamiento está integrado por 9 plantas, con 3 repeticiones cada uno.

Durante la cosecha, los frutos fueron muestreados según el diseño, recolectando la producción completa de cada planta muestreada.

Los promedios de la variedad “Blue Cuinex” y “Georgia Gem” se calcularon con el test de Student “t”. Se utilizó el software de estadística Statgraphics.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Parámetros registrados en el cultivo

#### 5.1.1 Climáticos

- **Horas de frío:** Los frutales de hoja caduca requieren de un período de reposo en el cual necesitan una cantidad específica de frío invernal, que depende de la especie y variedad. Si no se cumple este requerimiento aparecen inconvenientes como: el retraso en la brotación de yemas, desarrollo foliar defectuoso y floración heterogénea en el tiempo (Rodríguez, 2015). Los valores de unidades de frío calculados para Georgia Gem y Blue Cuinex se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Horas de frío por variedad según (Gordo ,2011) campaña 2016-2017.

Variedad	Horas de frío( según Gordo, 2011)	Conteo directo de unidades de frío	Crossa-Reynaud
Georgia Gem	<400	471.9	416
Blue Cuinex	400-600	483.1	440

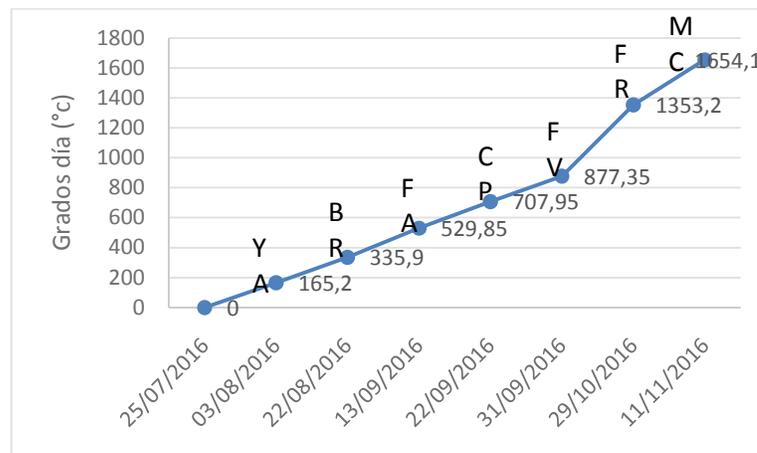
Se observa una diferencia entre conteo directo y Crossa-Reynaud. Valor que no llega a ser representativo a nivel local dado que su aplicación es para zonas con climas fríos (Pérez, 2008).

Numerosos estudios se han efectuado para determinar el requerimiento de frío de este frutal, el cual es característico para cada variedad. Los Southern Highbush o arándano alto son una opción interesante por la maduración temprana de sus frutos, adaptándose a las temperaturas primaverales, más elevadas de los climas templado, y caracterizándose por presentar bajos requerimientos de frío, comprendidos entre 250-600 horas, según variedad Tabla1 (Gordo., 2011). Por otro lado Rebolledo (2013) encontró que las plantas crecen mejor en climas moderados y que las horas de frío dependen de la variedad pero los requerimientos pueden oscilar entre 400 y 1200 horas de frío. En la Estación Experimental (FCAYF-UNLP) para el periodo en estudio (mayo a septiembre) Pardi, 2017 contabilizó 803 horas de frío. Cantidad suficiente para reactivar algunos procesos fisiológicos y visualizar cambios morfológicos externos en las yemas.

- **Grados-Días(GD):** se realizó según como se estableció en M y M.

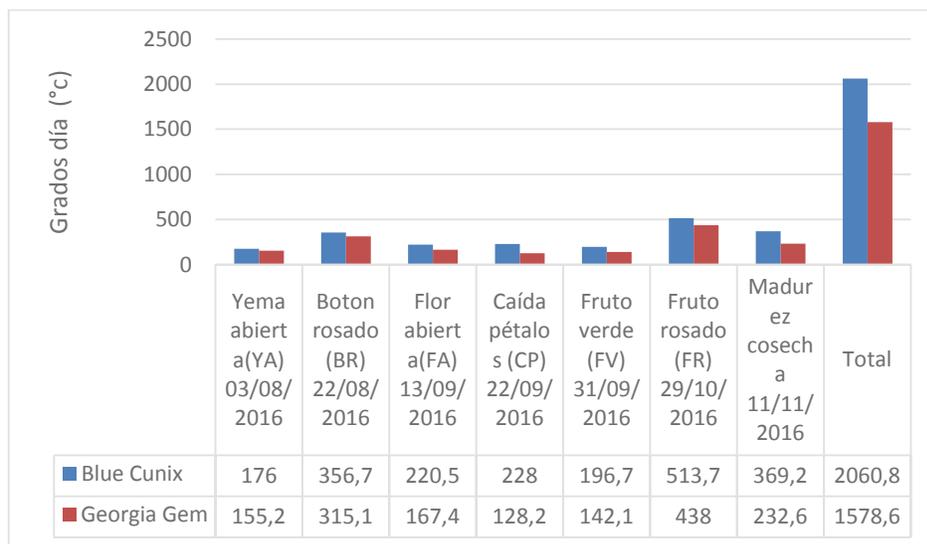
Los frutales desde la brotación hasta la maduración de la fruta y posterior cosecha, transitan por diferentes estados fenológicos. Estas transiciones, están directamente relacionadas con las temperaturas que se presentan desde que la planta ha finalizado la acumulación de frío invernal hasta romper el reposo.

Conocer la acumulación térmica del cultivo específicamente en cada estadio fenológico, permite predecir la fecha aproximada de cosecha. El arándano crece más y forma yemas productivas más grandes con temperaturas entre 25 y 30°C (Hall *et al.*, 1964). Una cierta variación diaria parece favorecer el crecimiento, cuando en el día se sobrepasa la temperatura nocturna en 6 a 10°C (Went, 1953). En general se reconoce como umbral de crecimiento una temperatura 10°C. La acumulación térmica se produce primero en Georgia Gem para (YA) inicio de la brotación con una diferencia de 4 días con respecto a Blue Cuinex situación que se mantiene a lo largo del periodo vegetativo y reproductivo hasta la cosecha. Para el año en estudio muestra cierta precocidad al alcanzar más rápidamente las fases. A su vez en el transcurso del mes ocurrieron heladas con descensos hasta -1,8°C, coincidente con botón rosado (BR) el día 21/08 y de 0,7 °C en el mes de septiembre, no afectando la evolución a la fase siguiente Figura1. GonzalezGelves (2017) estableció que aquellas zonas agroecológicas, donde se superan los 800 GD, se corresponden con buenos rendimientos. En La Plata los valores obtenidos para Blue Cuinex fueron de 1884,8 GD y de 1423,4 para Georgia Gem, desde la fase YA (03/08/2016) hasta MC (11/11/2016).



**Figura 1.** Relación de acumulación térmica (eje de las abscisas) con estadios fenológicos promedios de las dos variedades (eje de ordenadas). (Nota: YA: Yema abierta, BR: Botón rosado, FA: Flor abierta, CP: Caída de pétalos, FV: Fruto verde, FR: Fruto rosado, MC: Madurez de cosecha).

En la Figura 2 se visualiza en cada estado fenológico, la fecha donde ocurre la plenitud de fase para las dos variedades y su relación con la acumulación calórica.



**Figura 2.** Relación de acumulación térmica (GD), con estadios fenológicos de cada variedad. (Nota: YA: Yema abierta, BR: Botón rosado, FA: Flor abierta, CP: Caída de pétalos, FV: Fruto verde, FR: Fruto rosado, MC: Madurez de cosecha).

Godoy *et al.*, 2005 en los partidos de General Pueyrredón (Sierra de los Padres) y Balcarce, evaluaron los grados-día para las variedades Brigitta (Br) y Elliott (El) y encontraron requerimientos entre 1100 a 1800 GD respectivamente en cada ambiente. En nuestro ensayo la variedad Blue Cuinex arroja valores algo superiores a los mencionados por (Godoy *et al.*, 2005) en cuanto a Georgia Gem coincide con los valores anteriormente mencionados ver Tabla 2. Es decir que para el año en estudio, las variedades cubren los requerimientos térmicos necesarios para cada fase.

### 5.1.2. Fenología

Urrutia&Buzeta (1992), observan la coexistencia simultánea de flores y frutos en diferentes estados de madurez, en cultivos de arándano alto. Fenómeno característico del período reproductivo de este frutal, ocasionando dificultades para definir el momento de plena floración y en general el inicio y fin de cada fase (Bailey, 1947). **Tabla 2.**Estadios fenológicos: plenitud de fase y su acumulación térmica

ESTADIOS FENOLOGICOS	Blue Cuinex	GDA	Georgia Gem	GDA
Yema abierta(YA)	5/08/16	176	1/08/16	155,2
Botón rosado(BR)	24/08/16	356,7	20/08/16	315,1
Flor abierta(FA)	15/09/16	557,2	10/09/16	482,5
Caída pétalos (CP)	24/09/19	805,2	21/09/16	610,7
Fruto verde (FV)	3/10/16	1001,9	28/09/16	752,8
Fruto rosado (FR)	31/10/16	1515,6	28/10/16	1190,8
Madurez cosecha(MC)	15/11/16	1884,6	9/11/16	1423,4

Como se observa en Tabla 2, la maduración de la fruta (MC), se produce en forma gradual, escalonada con lo cual, se deben hacer hasta 8 recolecciones en cada una, pudiendo durar la cosecha unas seis semanas. (Carhuaricra, 2013).

## 5.2 Agronómicos

### 5.2.1 Rendimiento

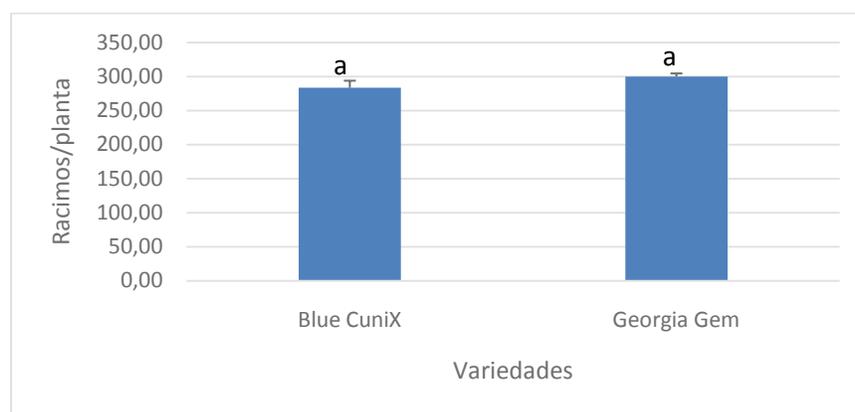
Retamales & León (2004) encontraron en variedades tempranas de arándano alto rendimientos de 6.000-8.000 kg por hectárea y de 10.000/12.000 para las variedades tardías. La curva de producción alcanza su plenitud en el 7º año de cultivo.

Por otro lado, Salvo *et al.* 2012 comparando valores de cultivares de 3 años tipo Southern Highbush, como "Bluecrop", "Brigitta", "Duke", "Elliot" y "O'neal", halló que producen 1,5; 3,2; 2,0; 2,5 y 1,1 Kg de fruta por planta, respectivamente.

Para realizar la estimación del rendimiento se tomaron tres componentes del mismo:

**-Número de racimos por planta**, no se encontraron diferencias significativas entre los promedios de las variedades ensayadas (Figura 3).

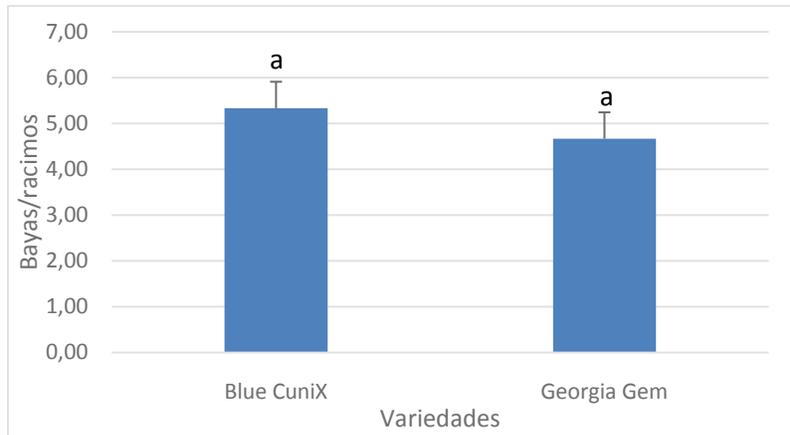
Aplicando el test de Student se obtuvo un valor de  $t=2,475$  y  $P = 0,069$  que indica que no existe diferencia entre los promedios.



**Figura 3.** Racimos por planta según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ . (Con un desvio estandar de 10,41 para Blue Cuinex y 4,73 para Georgia Gem).

**-Número de bayas por racimo**, no se obtuvieron diferencias significativas entre los promedios de las variedades. Son estadísticamente iguales entre sí (Figura 4).

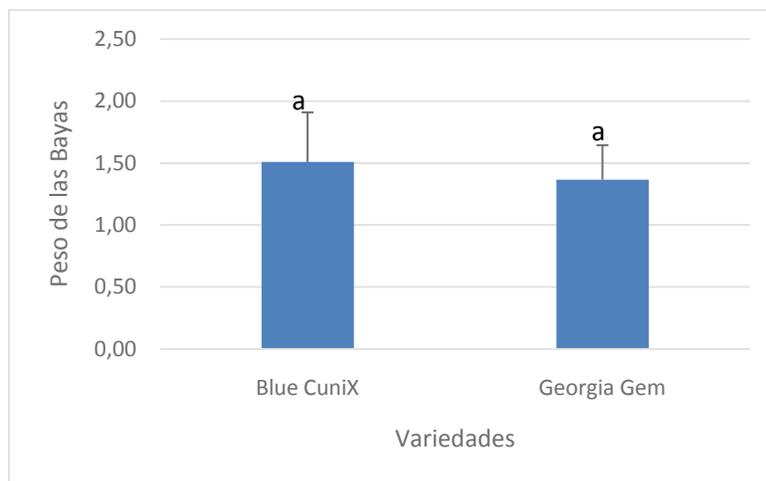
El Test de Student dio un valor de  $t = 1,394$  y  $P = 0,236$ .



**Figura 4.** Bayas por racimo según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ . (Con un desvio estandar de 0,58 para ambas variedades).

**-Peso de las bayas**, analizando 30 de ellas en forma aleatoria de las variedades no se obtuvieron diferencias significativas entre los mismos. Son iguales estadísticamente los promedios respecto a esta variable (Figura 5).

Figura 5. El Test de Student dio un valor de "t" = 1,282 y  $P = 0,208$ , indicando que no existen diferencias significativas entre los promedios.



**Figura 5.** Peso de las bayas según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ . (Con un desvio estandar de 0,40 para Blue CuniX y 0,28 para Georgia Gem).

Por lo tanto el rendimiento kg/ Planta no presenta diferencias estadísticas de significancia, debido a que sus componentes formadores n<sup>a</sup> racimos por planta (Figura 3), n<sup>o</sup> de bayas por racimo (Figura 4) y peso de bayas (Figura 5) tampoco la presentan.

Los valores de rendimientos obtenidos para las variedades en Kg/planta, Kg/ha y TN/ha (Tabla 4), coinciden con lo expuestos por los autores anteriormente citados por los autores.

**Tabla 4.** Producción de fruta por planta y variedad

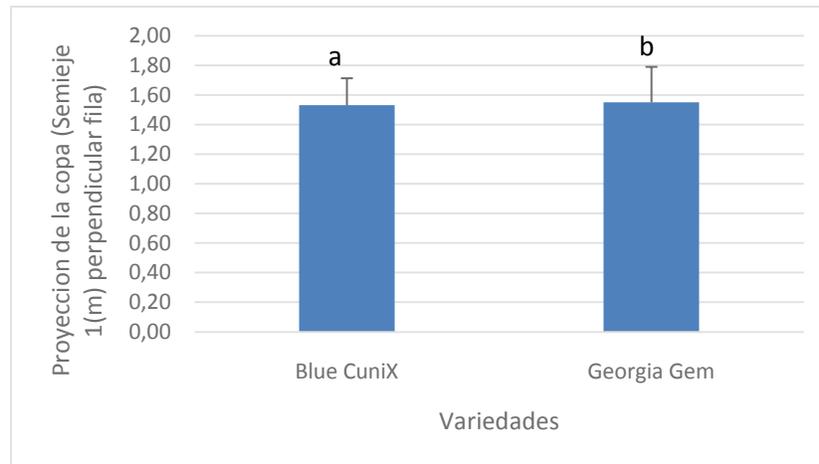
	Blue Cuinex	Georgia Gem
Kg/planta	2,28	1,91
Kg/ha	7598,74	6368,60
tn/ha	7,60	6,37

Finalmente para el periodo en estudio 2016/2017 los resultados de los componentes del rendimiento fueron similares en ambas variedades y dentro de lo esperado para la especie (Tabla 4).

### 5.2.2. Proyección de la copa sobre el suelo:

La figura espejada sobre el suelo muestra una elipse. El espaciamiento entre las plantas dentro de la fila fue de 1m y entre filas de 3m, condicionante de esta. Al finalizar el periodo de crecimiento se calculó la superficie de la proyección de las copas sobre el suelo en m<sup>2</sup>. Esto se hizo midiendo la extensión de la copa del árbol. Al registrar los valores se denominó semieje 1 a la medida de cobertura de la copa de las plantas proyectadas sobre la separación de las filas y semieje 2 a la distancia entre plantas de una fila. (Radice *et al.*, 2008).

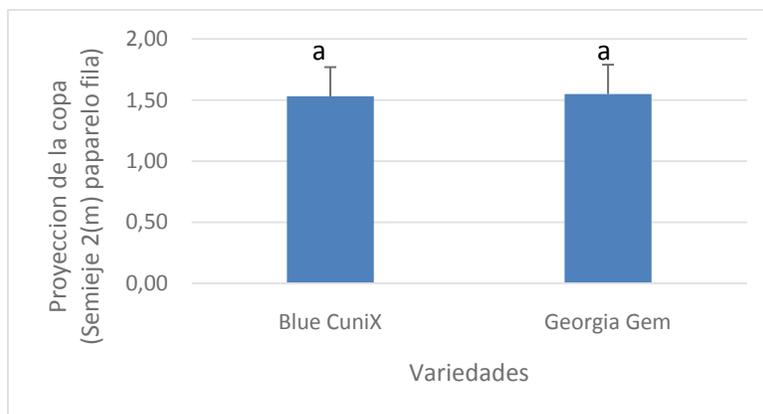
La medida de cobertura en cuanto a la separación de las filas (semieje 1), muestran diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de las variedades. Figura 6.



**Figura 6.** Medida de cobertura de la copa de las plantas proyectadas sobre la separación de las filas (semieje 1). Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Las cuales fueron sometidas al Test de Student arrojando un valor de “t”=-2,078 y “p”=0,043.

La cobertura de copa de plantas proyectadas sobre distancia de una fila (semieje 2), no muestran diferencias significativas entre los promedios de las variedades en análisis Figura7.

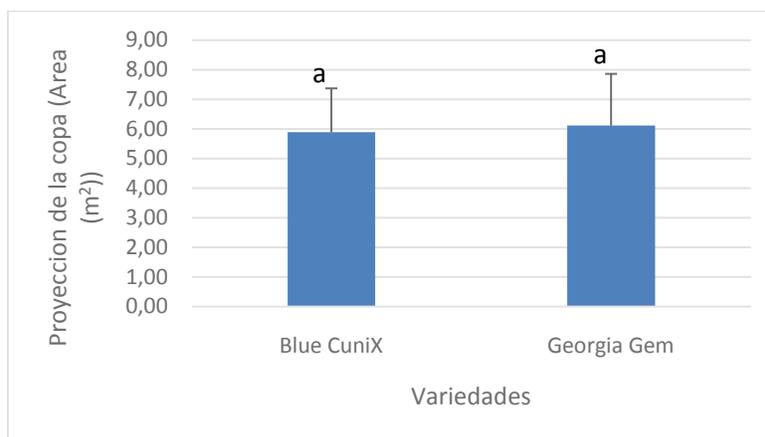


**Figura 7.** Medida de cobertura de la copa de las plantas proyectadas sobre la distancia entre plantas de una fila (semieje 2). Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Para esta variable el Test de Student obtuvo un valor de  $t = 0,459$  y  $p = 0,648$

Mesa (2015) encontró que la cobertura final de las plantas de arándano de los cultivares de “Biloxi” y “Sharpblue” de un año fue de  $0,77 \text{ m}^2$  y  $1,09 \text{ m}^2$  y para los cultivares de tres años fue de  $0,94 \text{ m}^2$  y  $1,82 \text{ m}^2$  respectivamente. Las plantas en análisis tienen 10 años de edad. Con esta tendencia de crecimiento en la proyección de la copa, estas variedades están dentro de los parámetros normales.

Comparando los valores de las dos variedades no muestran diferencias significativas entre los promedios en análisis (Figura 8).



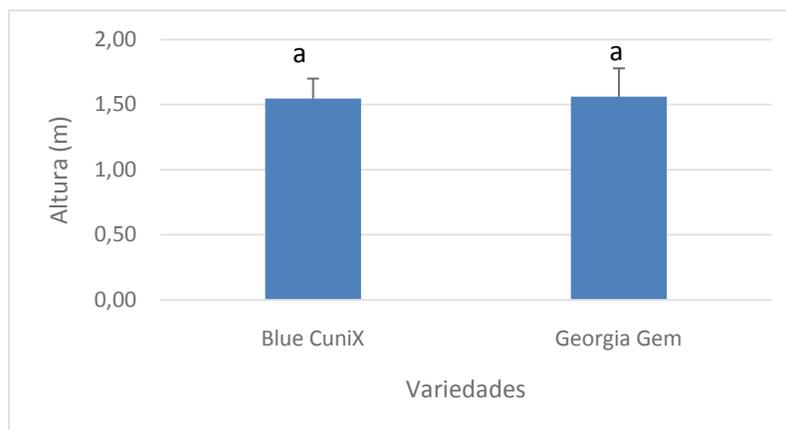
**Figura 8.**Proyeccion de la copa Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Test de Student arrojó un valor de  $t = 0,499$  y  $p = 0,648$ .

### 5.2.3 Altura

Este parámetro se midió desde la base del árbol hasta la parte más alta del mismo trazando una línea imaginaria paralela a los tallos que sobresalían del árbol. (Mesa Torre. P, 2015).

Según (Gordo., 2011.) el arándano alto (*V. corymbosum* L.) es un arbusto de 1,5 a 3 m de altura. Las variedades en estudio se encuentran en el límite inferior por manejo del cultivo y tipo de poda realizada en plantas. Práctica cultural realizada con el fin de maximizar el rendimiento de fruta de calidad, mientras se mantiene el vigor del arbusto para las cosechas siguientes. Las variedades ensayadas no presentan diferencias significativas entre los promedios Figura 9, presentando valores cercanos a los citados por Gordo, 2011. Los promedios de las plantas fueron sometidas al Test de Student arrojando un valor de  $t = -0,195$  y  $p = 0,846$ .



**Figura 9.**Altura promedio plantas según variedad.Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

#### 5.2.4 Volumen de la copa

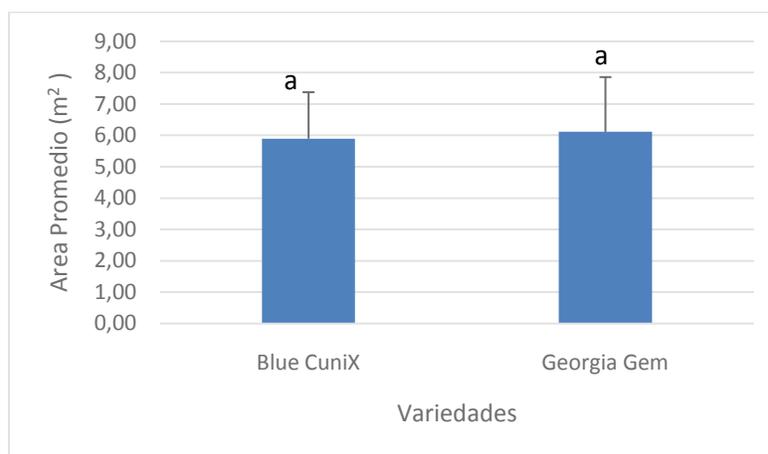
Este surge del producto de las copas de los arbustos (superficie en  $m^2$ ) y la altura de estos (m) sobre 3. (Radice., *et al* 2008).

$$\text{Vol. de copa} = \text{sup.} \times h/3.$$

La copa del árbol es el órgano que sostiene el tejido fotosintético, absorbiendo y utilizando la energía radiante en el proceso diario de vida. Una de sus funciones principales es la organización de la posición del área de la corriente fotosintética, además de proveer de renuevos de esta. Por lo que se debería esperar, árboles que presenten copas de tamaño mayor crecerán más rápido que otros de la misma especie con copas menores. (Corvalan *et al.*, 1998).

La altura promedio de las plantas según variedad, no mostró diferencias significativas entre los promedios Figura 9.

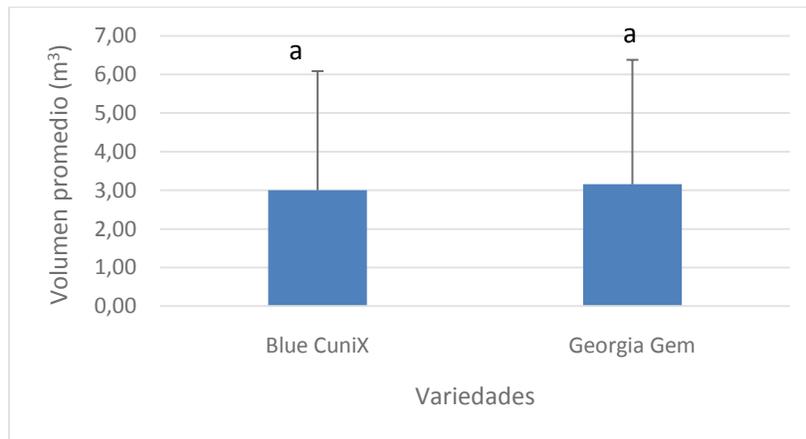
El área promedio de plantas en  $m^2$  analizadas con el Test de Student no muestra diferencias significativas, Figura 10.



**Figura 10.** Area promedio plantas según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Los resultados estadístico arrojan un valor de  $t=0,499$  y  $p=0,620$ .

En la Figura 11 se visualizan los valores de volumen promedio de copa para las variedades en estudio los cuales no arrojan diferencias significativas, analizadas con el Test de Student.



**Figura 11.** Volumen promedio de copa según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

De esta manera obteniendo así los resultados estadísticos un valor de  $p=0,853$  y  $t=-0,187$ .

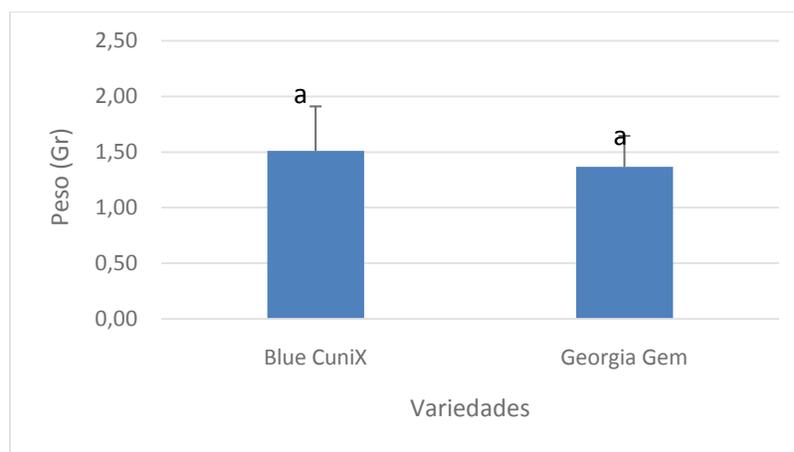
Luego de analizar los parámetros agronómicos, se observa para esta densidad de 3.333 pl/ha, expansiones de la copa diferentes entre sí, donde Georgia Gem se presenta como la más vigorosa hacia la entre fila. Mientras que Blue Cuinex ocupa un espacio menor o desarrollo vegetativo escaso. Situación a tener en cuenta para la planificación de futuras plantaciones.

### 5.3 Parámetros Laboratorio

#### 5.3.1 Determinaciones con fruto fresco

•Peso de las bayas: San Martín, 2013 cuando inicio su proceso de selección y mejoramiento de la fruta del medio silvestre, las bayas no sobrepasaban 0,5 g de peso promedio. Hoy luego de seis generaciones de cruzamiento y selección el peso promedio de las mismas es de 3,0 g. Analizando la calidad de fruta en la campaña 2000 en el laboratorio EEA INTA Concordia Fabiani *et al.*, 2001 encontró que el peso promedio ronda entre 0,97 a 1,53 gr para variedades cultivadas.

En la Figura 12, peso promedio bayas de las variedades en estudio se encuentra dentro del rango citados anteriormente.

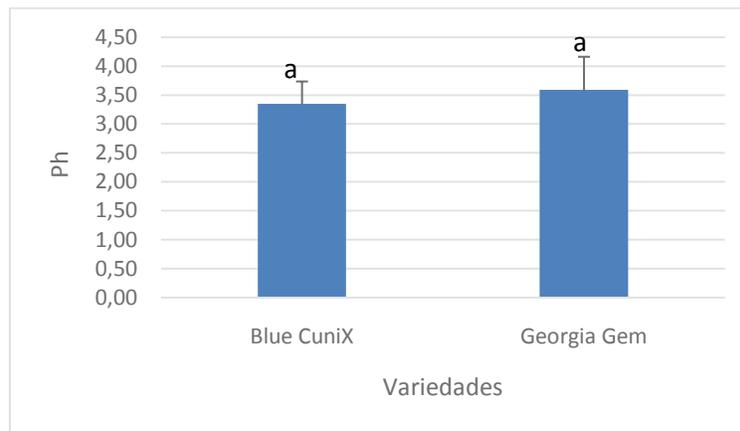


**Figura 12.** Peso de bayas promedio según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Analizando la variable estadísticamente con el Test de Student, se encuentra que no existen diferencias significativas obteniendo un valor de “ $p$ ”=0,208 y “ $t$ ”=1,282.

•ph: Galleta *et al.*, 1971 y Sapers *et al.*, 1984 trabajando con arándanos obtuvieron valores que fluctuaron entre 2,85 y 3,46 y entre 2,68 y 3,35 respectivamente. Según Flores (1990) los valores de pH de la pulpa se encuentran en un rango de 3,0 a 3,4. Loyola *et al.* (1993) en una investigación realizada en Chile, obtuvieron un promedio de 3,51. Franceschinis *et al.* 2016

trabajando con Emerald y Jewel (cultivadas en Concordia, Entre Ríos) encontró valores promedios de 3,43 y 3,47 respectivamente. Las variedades estudiadas arrojan valores promedios de 3,35 y 3,59 Figura 13, estos se encuentran dentro del rango citado e incluso siendo mayor para el caso de Georgia Gem. Esto podría explicarse porque, como se señaló anteriormente, las frutas de estos clones son más precoces en su madurez y por lo tanto su alto pH se explicaría por una cosecha tardía. Al respecto Galleta *et al.*, 1971 señalan que a medida que pasa el tiempo, durante la maduración de los frutos, los sólidos solubles aumentan y el pH es más alto.



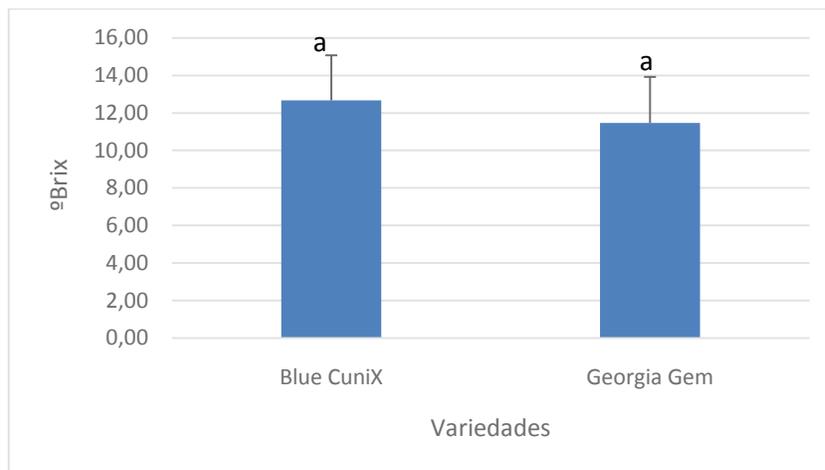
**Figura 13.** pH mosto según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Realizando el análisis estadístico con el Test de Student para la variable en estudio, se encuentra que no existen diferencias significativas entre las variedades, obteniendo valores " $p$ "=0,580 y " $t$ "= -0,602.

- Sólidos solubles totales (SST): García & García (2001), afirman a medida que avanza el proceso de maduración del fruto se incrementa la cantidad de SST en la fruta. Por otro lado los SST tienen relación con el índice de madurez, debido a dos procesos metabólicos sincrónicos: incremento de carbohidratos totales y

disminución del ácido cítrico (Acevedo, 2008). Según Buzeta (1997) los valores del contenido de sólidos solubles para el fruto maduro oscilan entre 10 y 15 °B. Vuarant (2013), en su estudio para los cultivares “Mystic” y “O’Neal”, encontró que el contenido de SST estuvo entre 10, 23 y 14,1 °B. Lobos, 1998 recomienda realizar la cosecha de arándano cuando los frutos presenten niveles de SST de 12 a 14 ° Brix a fin de obtener características organolépticas deseadas como lo son sabor, textura y color, mientras que Kushman & Ballinger (1990), proponen cosechar cuando los niveles sean superiores a 10 ° B.

La pulpa de las variedades Blue CuniX y Georgia Gem alcanzó al momento de la cosecha 12,67 °B y 11,47 °B respectivamente Figura 14, no presentando diferencias significativas entre ellas ya que pertenecen a la misma época de maduración.



**Figura 14.** Según variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas basadas en el Test de Student con un  $P < 0,05$ .

Procediendo a realizar el análisis estadístico, con el Test de Student para la variable en cuestión, no se encuentran diferencias significativas, teniendo un  $p = 0,412$  y  $t = 0,855$ .

### 5.3.2 Determinaciones con fruto congelado

- Contenido de antocianinas: El fruto de arándano contiene diversos compuestos bioactivos entre los que se destacan los fenoles y la vitamina C capaces de prevenir o ralentizar los procesos oxidativos (Yao *et al.*, 2004; Scalbert *et al.*, 2005). Dentro de los fenoles existen distintas familias incluyendo ácidos fenólicos y polifenoles de distinta naturaleza como antocianos, flavonoles y proantocianidina (Vázquez *et al.*, 2012).

Las antocianinas que pueden estar localizadas en la piel o en la pulpa de la fruta son las responsables del color. Estas frutas contienen además una baja cantidad de carotenoides y el contenido fenólico puede ser tan alto como 0,40 % (Dinamarca *et al.*, 1986). Por otro lado Zapata(2014) caracterizando el extracto obtuvo que la concentración de antocianinas totales fue de 879.0±12.9 mg. Vázquez *et al.*, 2012 encontró un contenido fenólico medio, expresado como sumatoria de proantocianidinas, antocianos, flavonoides y ácido clorogénico, de 585,94 mg fenoles/100g de arándano fresco correspondiendo el valor mínimo (433,34 mg/100g) y el máximo (726,70 mg/100g). Los datos publicados por (USDA NutrientDatabase., 2004) para variedades de mayor consumo en Estados Unidos muestran valores de valores medios de 292,97 mg fenoles/100g arándano fresco, siendo los valores mínimo y máximo de 158,03 mg fenoles/100g arándano fresco y 459,05 mg fenoles/100g arándano fresco respectivamente. Las variedades estudiadas Tabla 5, presentan contenidos en fenoles totales inferiores a la media (292,97 mg fenoles/100g) citada por USDA NutrientDatabase., 2004.

**Tabla 5.**Contenido de antocianinas totales

Fruto	Blue Cuinex	Georgia Gem
Peso 30 bayas (g)	41,03	41,41

Peso piel 30 bayas (g)	17,48	17,92
G ( g piel/100 g baya)	42,60	43,27
Absorbancia extracto a 546 nm	0,169	0,161
AE (antocianos en el extracto (mg/l))	640,22	610,2
Antocianos (mg) /100 g de baya	218	211

Para estos valores, los resultados se encuentran por debajo del límite inferior (444,34 mg/100g) (Zapata, 2014). Ochmian *et al.*, 2009 estudiando la influencia del sustrato en la composición química de diferentes variedades de arándanos cultivados en Polonia, concluyen, que el contenido fenólico varía considerablemente en función de dicho parámetro. Los resultados de antocianos totales en el extracto en (mg/l) arrojan valores inferiores a los citados por estos autores, hecho que se puede explicar cómo mencionó Connor *et al.*, 2002 por factores como, la madurez en la cosecha, periodo de madurez, diferencias genéticas, condiciones ambientales en la pre- cosecha, poscosecha, almacenamiento y procesamiento. También, el mismo autor indica que en ciertas variedades su contenido puede aumentar durante el almacenamiento en frío.

-Acidez total titulable: El principal ácido orgánico presente en el fruto de arándano es el ácido cítrico seguido por el málico (Dinamarca *et al.*, 1986). Se determinó la acidez a través de titulación potenciométrica con NaOH 0,1 N hasta alcanzar pH 8,2. El resultado se expresa como porcentaje de ácido cítrico como se muestra en la Tabla 6. (J.Garcia, M. Xirau).

**Tabla 6.** Acidez (% de ácido cítrico) en las dos variedades.

	Variedad ""Blue Cuinex"	Variedad "Georgia Gem"
Peso (gr) de 10 bayas congeladas c/piel	16g	14,05gr
pH mosto	3,18	2,99
ml de NaoH hasta ph=8	20	22,3
ml de NaoH con agregado de formol	0,9	1,2

% de ácido cítrico (p/v)	1,27	1,42
N-amino mg/l	126	168
Peso eq cítrico	63,67	

Los resultados de acidez obtenidos se encuentran dentro de los valores informados por Ballinger&Kushman (1970) con valores que bajan de 1,59 a 0,42% m/v de ácido cítrico entre frutas maduras y una etapa posterior. Por otro lado Connor *et al.*, 2002 cito un rango de 0,92 y 2,42% ácido cítrico m/m. Los mismos son bajos en etapa de maduración temprana, pero al avanzar la misma los frutos disminuyen la acidez titulable. Estos valores no son comparables con los del trabajo por presentar distintas unidades.

## 7. CONCLUSIONES

En el presente trabajo los resultados obtenidos en cuanto a manejo agronómico y condiciones climáticas de arándano alto (*Vaccinium Corymbosum* L.), para las variedades Blue Cuinex y Georgia Gem, es cualitativa y cuantitativamente diferente.

Para las condiciones agroecológicas de La Plata conocer el comportamiento fenológico y los requerimientos térmicos de Blue Cuinex y Georgia Gem permite iniciar la planificación de labores, optimizar el manejo del cultivo, y establecer el momento oportuno de cosecha en la zona.

Respecto a fenología, las diferencias encontradas para la plenitud de fase así como el tiempo de la expresión de todo el período, están condicionadas por las características propias de cada variedad.

Analizando el área ocupada por cada planta se pone de manifiesto una mayor cobertura por Georgia Gem. Situación que no se ve reflejada en los parámetros cuantitativos del rendimiento, como peso de bayas y n° de bayas por racimo.

En cuanto a precocidad de madurez Georgia Gem muestra una tendencia favorable que se debe seguir evaluando en más ciclos productivos para que sea representativos.

En el peso de los frutos se pudo observar diferencias que no llegan a ser estadísticamente significativas, con excelentes posibilidades de comercialización de la fruta en fresco.

Para las características químicas encontradas, los valores de pH no presentan diferencias estadísticas significativas entre variedades, siendo los mismos levemente superiores para Georgia Gem lo que indicaría una maduración más temprana.

Los sólidos solubles difieren entre variedades, pero no de significancia estadística, presentando valores más altos para Blue Cuinex

Los antocianos y acidez presentan diferencias entre las variedades, las cuales no son significativas, pero puede ser importante a la hora de la elección varietal debido a que estos redundan en mayor calidad comercial, según el destino perseguido por los mismos.

Si bien estos resultados sugieren la factibilidad de cultivo en la zona para las variedades en cuestión, sería interesante incorporar otras al estudio y continuar con más años de evaluación para obtener datos de carácter relevantes.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

Acevedo, Y. 2008. Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de los frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. Instituto de investigaciones en fruticultura tropical. 9-10. Disponible online: <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1067/cuf0114s.pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Aguilera Ortiz, M., M. AlanisGuzman, C. GarciaDiaz, & C. Hernandez. 2009. Caracterización y estabilidad de antocianinas de higo, variedad Misión. Universidad y ciencia. Villa Hermosa. Vol 25. 1-2 pp. Disponible online: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018629792009000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018629792009000200005) (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Bailey, J.S.1977. Development time from bloom to maturity in cultivated blueberry. HortScience 47.49: 193-195. Disponible online: <http://hortsci.ashspublications.org/content/47/9/1291.full> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Barriaga, C., F. Sudsuki, G. Bruna, & M. Saavedra.1991. Arándano: Situación actual y perspectivas. El Campesino 122. Chile. pp 29-46.

Barry H. Gump, Bruce W. Zoecklein, Kenneth C. Fugelsang, Robert S. Whiton. 2002. Comparison of analytical methods for prediction of prefermentation nutritional status of grape Juice. Technicalbrief. Am. J. Enol.Vitic. 53:4. Pp325329. Disponible online: <https://pdfs.semanticscholar.org/e619/e034214f87bdba47f1cdec43e83d6666d54.pdf> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Buzeta, A. 1997. Arándanos. In Chile: Berries para el 2000, arándano. Departamento Agroindustrial. Fundación Chile. Santiago. Chile. Pp. 53-133. Disponible online: <http://studyres.es/doc/3201041/monografia-el-cultivo-de-arandano-vaccinium-sp?page=63> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Carhuaricra Montes. H.2013.El cultivo de arándano Vacciniumsp. y sus principales características. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Hauch-

Peru.Pp.19, 21,22, 36,50. Disponible online:<http://studyres.es/doc/3201041/monografia-el-cultivo-de-arandano-vaccinium-sp> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Cinquanta. L., M. Di Matteo, M. Esti. 2002. Physical pretreatment on plums (Prunus domestica). Note II. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. Foodchemistry. Vol.2. Pag. 233-238. Disponible online:<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10942912.2014.984041>(Ultima vista 6 de Agosto del 2018)

Connor. A. M., Luby. J., Hancoc. J., Berkheimer. J., Hanson. E. 2002. Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold-Temperature Storage. Journal of Agriculture and Food Chemistry 50: 893-899. Disponible online:<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf011212y?src=recsys> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Corvalan. P., Hernandez .J., 1998. Apuntes de Dendrometría. Medición de Copas y Raíces. U. de Chile. Disponible online: [https://www.ucursos.cl/forestal/2009/2/EF024/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=481438](https://www.ucursos.cl/forestal/2009/2/EF024/1/material_docente/bajar?id_material=481438) (Última visita 6 de Agosto de 2018).

Dinamarca, P., Poblete, R., Sánchez, A. 1986. Aspectos técnicoeconómicos en la producción de berries. Santiago de Chile, Fundación Chile, Departamento Agroindustrial. Publicación técnica N° 16. Pp 28.

Donoso, J & Gamalier, L. 2008. Establecimiento de los huertos frutales. Cap. 1. Cálculo de la acumulación de calor. Boletín INIA N°173. Pp 12. Disponible online: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34992.pdf> (Última visita 6 de Agosto del 2018)

Flores, R. 1990. Parámetros físico-químicos de mermeladas y jaleas elaboradas a partir de berries en estado fresco. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Pp 80.

Franceschinis. F., Gergoff Grozeff. G., Vicente. A. 2016. Uso de pre-tratamientos con 1-metilciclopropeno (1-MCP) para reducir el ablandamiento inducido por el bromurado en arándano. Horticultura Argentina 35 (88). Revista edición digital 1891-9342. Disponible online: <http://www.horticultura.com.ar/>

Galletta. G., Himelrick. D., Chandler. L. 1990. Small fruit crop management. Blueberry Management. Prentice Hall Career & Technology. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. Pp. 273-328.

Galletta. G., Ballinger .W; Monroe. R., Kushman. L. 1971. Relationships between fruit acidity and soluble solids levels of highbush blueberry clones and fruit keeping quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (6): 758-762.

García M., & García B., 2001. Manejo Cosecha Y Post-Cosecha De Mora Lulo Y Tomate De Árbol. Trabajo De Grado Para Optar El Título De Agrónomo. Universidad De Caldas. Manizales. Pp 102. Disponible online: <http://www.bdigital.unal.edu.co/50002/1/Tesis%20Lulo.pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

García, J. M. Xirau. 2005. Técnicas úsales de análisis en Enología. Ed. Panreac. Barcelona, España. Pag. 22-23. Disponible online: [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/53420/TFM022\\_Alim.zip?sequence=1](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/53420/TFM022_Alim.zip?sequence=1)

Gil. Salaya., 1999. Fruticultura. El potencial productivo. Especies de hoja caduca arbustivas. Cap. 1.3.2. Pág. 36. Editorial Ediciones Universidad Católica de Chile de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Giovanelli, G.; Buratti, S. 2009. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *FoodChem.* 112, 903-908.

Godoy, C., Garaita, U. A., Tognetti, J., 2005. Comportamiento fenológico de dos cultivares de arándano alto en el sudeste bonaerense. Facultad de Agronomía Uba. Disponible online <http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultadagronomia/2005godoyc.pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

GonzalezGelves, A., 2017. Plataforma Frutícola INIA Carillanca. Cap.2. Adaptación de la metodología cropcheck al cultivo de arándanos. Pp.21. Disponible online: [https://www.researchgate.net/profile/Sebastian\\_Rivera/publication/319622684](https://www.researchgate.net/profile/Sebastian_Rivera/publication/319622684) (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Gordo, M. 2008 modificado en 2011. Guía práctica para el cultivo de arándanos en la zona norte de la provincia de Buenos Aires. Ed. INTA, EEA San Pedro Bs As. Pp.1-3, 5. Disponible online: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-mg\\_0801.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-mg_0801.pdf) (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Gump, B., Zoecklein, B., Fugelsang, K., Whiton, R., 2002. Comparison of analytical methods for prediction of prefermentation nutritional status of grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:325-329. Disponible online: <https://pdfs.semanticscholar.org/e619/e034214f87bdba47f1cdec43e83d6666d54.pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Hall, I.V., L.E. Aalders, y W. G. Barker. 1964. A preliminary investigation of factors limiting lowbush blueberry production on Cape Breton Island. *Can. J. Pl. Sci.* 44:491-492.

Hall, I.V., F.R. Forsyth, R. J. Newberry. 1970. Effect of temperature on flower bud and leaf anthocyanin formation in the lowbush blueberry. *HortScience* 5:272-273.

Joseph, J.A.; Denisova, N.A.; Arendash, G.; Gordon, M.; Diamond, D.; Shukitt-Hale, B.; Morgan, D. 2003. Blueberry supplementation enhances signaling and prevents behavioral deficits in an Alzheimer disease model. Cap VI. Pag.153-162.

Kalt. W., A. Howell., Jc. Duy., Cf. Forney & Je. Mc Donald.2001. Horticultural factors affecting antioxidant capacity of blueberries and other small fruit. Hort.sci 128(6):917-923.

Kushman, L. & Ballinger, W. 1990. Acid and Sugar Changes During Ripening In Wolcott Blueberries. Proceeding Of The American Society For Horticultural Science 2: 290-295.

Lee. H., S. 2002. Characterization of major anthocyanins and the color of red-fleshed Budd Blood Orange (*Citrus clementina*). J Agric Food Chem 50(5): 1243-46.

Leon. A. 2007. Cultivo de arándanos. Guía Frutihortícola 8va Edición. Disponible online: <http://arandanos.guiadeemprendedor.com.ar>. (Última vista 6 de agosto del 2018).

Lobos, W. 1988. El Arándano En Chile. En: Seminario El Cultivo Del Arándano. IniaCarillanca. Temuco, Chile. Pag.191 -202.

Loyola. N., Georgi. M., Andrade. N., Teixidó. E. 1993. Comportamiento de arándano, mora cultivada y mora silvestre en almacenamiento refrigerado y su impacto en la calidad. Agro Sur 21 (1): 59-69.

Mendoza. A., 2011. Análisis químicos importantes en vinificación. Revista de enología n°1 año VIII.Pp1.Disponible online: <http://www.acenologia.com/scripts/results.asp> (Última visita 6 de Agosto del 2018).

Mesa Torre. P, 2015. Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano. Editorial Universidad Militar Nueva Granada Facultad de

Ciencias Básicas y Aplicadas Programa de Biología Aplicada. Cajicá, Colombia. Pp20. Disponible online: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6675/1/MesaTorresPaolaAndrea2015.pdf> (Última visita 6 de Agosto del 2018).

Molina, N., D. Taiariol, E. Delssin Y C. Serial. 2010. Producción de Arándanos en Corrientes, Análisis técnico y económico. INIA- Estación Experimental Agropecuaria Bella Vista. Región Corrientes. Argentina. Pp. 4-16. Disponible online: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-arandanos-corrientes-analisis-tecnico-economico.pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Molina. V., 2016. Informe estadístico cultivo de arandano. Dirección de Agricultura. Ministerio de desarrollo productivo. Disponible online: <http://sep.tucuman.gob.ar/dataset/mapa-de-cultivo-de-arandano-prov-de-tucuman> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Morales C. Gloria., 2017. Manual del manejo Agronómico del arándano. Santiago de Chile. Cap I. Pp11-19. Disponible online: <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-arandanos.pdf?sfvrsn=0> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Moyer. R., Hummer. K., Finn. C., Frei. B & Wrolstad. R. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus and Ribes. J Agric Food Chem 50 (3):519-25.

Norton. C., Kalea. A., Harris. P., Klimis-Zacas. D. 2005. Wild blueberry-rich diets affect the contractile machinery of the vascular smooth muscle in the Sprague–Dawley rat. Journal of Medicinal Food. Cap VIII. Pp8–13.

Ochmian, I.; Grajkowski, J.; Skupien, K. 2009. Influence of substrate on yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv. Sierra. J. FruitOrnam. Plant Res. 2009, 17, 8900. Disponible online: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.566.9881&rep=rep1&type=pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Pardi. H. M, 2017. Datos meteorológicos. Estación experimental Julio Hirschhorn. La Plata, Buenos Aires. Disponible online: <https://www.agro.unlp.edu.ar/institucional/boletin-estacion-experimental-jh>. (Última visita 6 de Agosto del 2018).

Perez, F. J.; Ormeño, N, J; Reynaert, B.; Rubio, S. 2008. Utilización del modelo dinámico para evaluar el frío invernal en una localidad de clima templado y otra subtropical de Chile. Chilean J. Agric. Res. v.68 n.2 Chillán.

Disponible online: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-58392008000200010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392008000200010) (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Rebolledo. C. 2013. Manual de Arándano. Ed. Pablo Undurraga Díaz, y Sigrid Vargas Schuldes. Centro Regional de Investigación Quimalapu Chillan Chile, Capl.pp7-15. Disponible online: <https://docplayer.es/17699327-Manual-de-arandano-manual-de-arandano.html>. (Última vista 6 de Agosto del 2018).

Rivadeneira, M., & Carlazara J. 2011. Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos. 3º Jornada regional de arándanos. Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina. EEA, Concordia Entre Rios. Disponible online: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpfenologa\\_nuevas\\_y\\_tradicionales\\_arandanos.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpfenologa_nuevas_y_tradicionales_arandanos.pdf) (Última vista 6 de Agosto del 2018).

San Martín, J. 2013. Manual de Arándano. Ed. Pablo Undurraga Díaz, y Sigrid Vargas Schuldes. Centro Regional de Investigación Quimalapu Chillan

Chile, Cap 2. Pp.7. Disponible online: <https://docplayer.es/17699327-Manual-de-arandano-manual-de-arandano.html> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Sánchez, E. 2006. Diagnóstico y proyección de la producción de arándanos en la zona sur de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Pp93. Disponible online: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fas211d/doc/fas211d.pdf> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Salvo.S., Ávila. J., & Muñoz, C. 2012. Comparación de modelos de regresión lineal de frutos y yemas florales de arándano alto cultivados en Chile considerando la heterocedasticidad. X Congreso Latinoamericano De Sociedades De Estadística Córdoba, Argentina. Disponible online [https://www.blueberrieschile.cl/subidas/2015/07/pdf\\_000140.pdf](https://www.blueberrieschile.cl/subidas/2015/07/pdf_000140.pdf) (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Sapers. G., Burgher. A., Phillips. J., Jones. S. 1984. Color and composition of highbush blueberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (1): 105-111.

Scalbert, A.; Manach, C.; Morand, C.; Remesy, C.; Jiménez, I. 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. Crit. Rev. FoodSci. Nutr. Cap. 45. Pp 287-306. Disponible online: <http://www.pkdiet.com/pdf/GrapesPolyphenolics%20and%20Health.pdf> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Shukitt-Hale, B.; Lau, F.C.; Carey, A.N.; Galli, R.L.; Spangler, E.L.; Ingram, D.K.; Joseph, J.A. 2008. Blueberry polyphenols attenuate kainic acid-induced decrements in cognition and alter inflammatory gene expression in rat hippocampus. Cap XI. Pp 172-182. Disponible online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5015125/> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Sudzuki, F. 1983. Arándanos y arándanos. IN: Cultivo de frutales menores. Pág. 89-97. 5ª Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Szaddek, A.; Borowska, E.J. 2008. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. Plant Foods Human Nutr. Cap.63. Pag.147-156.

Urrutia G., A. Buzeta. 1992. Caracterización de variedades y propagación. En: Mercado y cultivo de berries, Fundación Chile, pp. 1-16.

USDA NationalNutrientDatabase. 2004. Composition of blueberries. US HighbushBlueberrieCouncil.Disponibleonline:[http://faculty.missouri.edu/~glaserr/3700s14/Antioxidant\\_WuJAqFoodChem5240262004.pdf](http://faculty.missouri.edu/~glaserr/3700s14/Antioxidant_WuJAqFoodChem5240262004.pdf) (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Varela. C., Pizarro. F., Agosin. E., 2004 .Biomass content governs fermentation rate in nitrogen-deficient wine musts. ApplEnvironMicrobiol 70:3392–3400.Disponible online:<http://aem.asm.org/content/70/6/3392.full> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Vázquez. S., Guillén. R., Jaramillo. S., Jiménez. A.,Rodríguez. R.2012. Funcionalidad de distintas variedades de arándanos.Ed: Departamento de biotecnología de alimentos. Instituto de la Grasa. Sevilla.Pp 4-5.Disponible online:<https://previa.uclm.es/area/cta/cesia2012/cd/PDFs/4-BIO/BIO-P25T.pdf> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Vilches Alvarez. F. 2015. Formulación y elaboración de un” Snack” de arándano con incorporación de fibra dietética.Ed. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago de Chile. Pp15-19.Disponible online:<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101749> (Ultima vista 6 de Agosto del 2018).

Went, F.W.1953.The effect temperature on plant growth. Ann. Rev. Pl. Physiol. 4:347-362.

Yao, L.H.; Jung, Y.M.; Shi, J.; Tomás-Barberán, F.A.; Datta, N.; Singanusong, R.; Chen, S.S. Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods Hum. Nutr.* Cap. 59. Pp113-122.

Zapata. L., Heredia. A., Quinteros. C., Malleret. A., Clemente. G., Cárcel. J. 2014. Optimización de la extracción de antocianinas de arándano. Ed. Ciencia, Docencia y Tecnología, vol. XXV, núm. 49. Pp171. Disponible online: <http://www.redalyc.org/pdf/145/14532635008.pdf> (Última vista 6 de Agosto del 2018).