

**Establecimiento preliminar de las condiciones
agroclimáticas, zonas de adaptación y cultivares
potenciales para el desarrollo del cultivo del Arándano
(*Vaccinium corimbosum*) en Colombia.**

Victor Manuel Casas Rodríguez

**Universidad De Cundinamarca
Facultad De Ciencias Agropecuarias
Ingeniera Agronómica
Fusagasugá, Colombia**

2017

**Establecimiento preliminar de las condiciones
agroclimáticas, zonas de adaptación y cultivares
potenciales para el desarrollo del cultivo del Arándano
(*Vaccinium corimbosum*) en Colombia.**

Victor Manuel Casas Rodríguez

Trabajo de Monografía presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo

Director (a):

Ing. Agrom. cMcs. Cesar Alfonso Ariza

Línea de Investigación:

**Desarrollo de sistemas de producción agrícola genética, fitomejoramiento y
biotecnología.**

Universidad De Cundinamarca

Facultad De Ciencias Agropecuarias

Ingeniera Agronómica

Fusagasugá, Colombia

2017

Sin importar que tan urbana sea nuestra vida, nuestros cuerpos viven de la agricultura; nosotros venimos de la tierra y retornaremos a ella, y es así como existimos en la agricultura tanto como existimos en nuestra propia carne.

Wendell Ana

Resumen

El arándano es una fruta que ostenta condiciones nutricionales de amplio beneficio para la salud, es reconocida por su gran contenido de fibra, potasio, hierro, calcio, vitamina C y principalmente por la alta composición de antioxidantes, estos últimos, asociados con un aumento “colesterol bueno”, importante para reducir la aparición de afecciones cardíacas y propiedades potencialmente anticarcinogénicas. Viendo sus grandes propiedades y bastantes usos que posee este fruto cabe resaltar que es un factor que lleva a su crecimiento de consumo en el mundo observando las tendencias en el mercado global que tienden a incrementar en unos años, a partir de esta información se analiza la posibilidad de Colombia en entrar en este mercado, aprovechando las condiciones climáticas y ventajas agrícolas entre otras que posee nuestro país por su ubicación en el mundo. Analizando información bibliográfica se recopila información importante sobre el cultivo del arándano, su mercado potencial en el mundo y posibles oportunidades que presentan. Por medio del software QGIS de libre acceso se realiza las debidas ilustraciones donde muestran aquellas áreas que podrían ser aptas para el cultivo de arándano, basándose de información del IDEAM. Además recomendar especies de arándano que presentan requerimiento de horas frio bajas y características que hacen que sean competentes en producción y otros aspectos.

Palabras clave: Arándano, *Vaccinium corymbosum*

Abstract

The blueberry is a fruit that boasts nutritional conditions of wide health benefit, is recognized for its high content of fiber, potassium, iron, calcium, vitamin C and mainly by the high composition of antioxidants, good cholesterol ", important for Reducing the occurrence of cardiac conditions and potentially anticancer properties. Understanding its great properties and many uses that have this spring that is a factor that leads a growth of consumption in the world observing trends in the global market that tend to increase in a few years, from this information the possibility of Colombia to enter this market is analyzed, taking advantage of the climatic conditions and agricultural advantages among others that our country owns by its location in the world. Analyzing bibliographical information it collects important information on the culture of the blueberry, its potential market in the world and potential opportunities what are they presenting. By means of the free access QGIS software, the necessary illustrations are made showing the areas used for the cultivation of blueberry, based on IDEAM information. We also recommend blueberry species that present cold requirements and characteristics that make them proficient in production and others aspects.

Keywords: Vaccinium corymbosum, Blueberry

Contenido

Introducción	9
Capítulo 1. Mercado Del Arándano	11
Análisis de mercado.....	11
Oportunidad de Colombia en el mercado de arándano	13
Ventajas de Colombia.....	14
Capítulo 2: Condiciones Óptimas Para El Desarrollo Del Cultivo Del Arándano	16
Botánica, aspectos técnicos y condiciones edafoclimáticas requeridas por el arándano	16
Botánica.....	16
Raíz 17	
Hojas 17	
Flores 17	
Fruto 18	
Aspectos técnicos	18
Requerimientos edafoclimáticas.....	19
Ciclo del cultivo del arándano y etapas fenológicas.....	24
Capítulo 3 Áreas Probables De Adaptación	28
Capítulo 4 Cultivares potenciales de arándano para Colombia	40
Variedades potenciales de arándano.....	40
Materiales con cualidades para ser utilizados en fitomejoramiento	41
Vaccinium consanguineum.....	41
Vaccinium meridionale	42
Vaccinium reticulatum	42
Clasificación de cultivares.....	43
Cultivares con requerimientos menos a 300 HF:	43
Cultivares con requerimientos entre 300 – 600 HF:.....	48
Conclusiones y recomendaciones.....	52
Conclusiones	52
Recomendaciones.....	52
Bibliografía	53

Índice De Ilustraciones

Ilustración 1 Datos de producción y exportación del arándano (FAOSTAT, Consulta 2 de Noviembre 2016)	11
Ilustración 2 Producción en fresco de arándano 2012 (AFANADOR, 2015).....	13
Ilustración 3 .Desarrollo anual del ciclo de arándanos en Norteamérica (DARNELL, STUTTRE, MARTIN, LANG, & EARLY, 1992)	25
Ilustración 4 Crecimiento vegetativo del arándano. (RIVEDENEIRA & G, 2011).....	26
Ilustración 5 Crecimiento reproductivo del arándano (RIVEDENEIRA & G, 2011)	27
Ilustración 6 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm vista completa	31
Ilustración 7 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm vista occidental	31
Ilustración 8 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm. Vista central	32
Ilustración 9 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm vista norte. 32	
Ilustración 10 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm y la selección de municipios intersectados el relieve. Vista general	33
Ilustración 11 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm y la selección de municipios intersectados por el relieve. Vista centrada	34
Ilustración 12 Mapa de Colombia con selección de municipios intersectados más los resultados de datos recopilados del atlas del IDEAM. Vista centrada	38
Ilustración 13 Mapa de Colombia con los municipios seleccionados con información y el relieve de 1800 a 2800 msnm.....	39

Índice De Tablas

Tabla 1 Relación de eficacia para la salida de la dormición, según el modelo de Utah (RICHARDSON, SEELEY, & WALKER, 1974).....	20
Tabla 2 Requerimiento de frío, expresado en horas de frío, para la ruptura de la dormición de distintas especies frutales caducifolias (SOZZI, 2008)	21
Tabla 3 Perfil Climático	29
Tabla 4 Temperaturas aprox. en diferentes niveles altitudinales (IDEAM, S. F.)	30
Tabla 5 Resultado de datos recopilados del atlas del IDEAM	35
Tabla 6 Cultivares con menos de 300 HF con sus características	44
Tabla 7 Cultivares entre 300 – 600 HF con sus características.....	48

Introducción

El arándano (*Vaccinium sp.*) es un frutal perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia de las Ericáceas y constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas por el Hemisferio Norte, básicamente por Norteamérica, Europa Central y Eurasia, encontrándose también en América del Sur, y unas pocas especies en África y Madagascar. De las 30 especies que constituyen el género *Vaccinium*, sólo un pequeño grupo de ellas tienen importancia comercial. (GARCÍA RUBIO & GARCIA GONZALES DE LENA, 2014)

El arándano tiene gran demanda mundial, por los diferentes beneficios que brinda a la salud humana, y su comercio es de tal magnitud que según las predicciones que se tenían para los años 2012/2013, la producción mundial superó las 350 mil toneladas con una superficie mundial de 93.617 ha. (RCONSULTINGS.A., 2013)

Todos los cultivares obtenidos hasta la actualidad se han desarrollado a partir de formas silvestres. Las variedades cultivadas necesitan estar sometidas a bajas temperaturas durante un periodo de tiempo variable para romper la dormancia, o época de reposo de las plantas. Estas necesidades de horas-frío (h/f, número de horas por debajo de 7°C) vienen determinadas genéticamente, siendo una de las características que separan los grupos agronómicos establecidos. (GARCÍA RUBIO & GARCIA GONZALES DE LENA, 2014)

Actualmente Colombia ya posee el aval fitosanitario para el ingreso de arándanos a Estados Unidos ya que es uno de los primeros productos que cumplió con el proceso de análisis de riesgo de plagas y fue apoyado por el centro de excelencia fitosanitaria motivo por el cual fue aprobado e incluido en la lista de nuevos productos admisible de Colombia a Estados Unidos. (CEF, 2006)

En Colombia algunas especies de *Vaccinium* o arándano son cultivadas en alturas comprendidas aproximadamente entre los 2200 y 3400 metros sobre el nivel del mar (GARCIA, CIORDIA, & GARCIA, 2007). Colombia cuenta con cultivos de arándano en el departamento de Antioquia, Boyacá y en la Sabana de Bogotá en municipios como: Gachancipá, Guasca, Zipaquirá, entre otros. Específicamente el arándano se produce en estas zonas ya que cuenta con las condiciones agroecológicas como humedad relativa de

15 a 45%, luminosidad media, temperaturas entre -2 °C a 20 °C, y suelos con pH entre 4 a 5, para su producción. (FIGUEROA, 2005)

En este sentido este trabajo busca por medio de investigación bibliográfica determinar las oportunidades que tiene Colombia para exportar, zonas que podrían ser aptas para el cultivo de arándano basándonos en un perfil climático y otros datos recopilados, además recomendar materiales de arándano clasificados en dos grupos con requerimientos menores de 600 HF.

Capítulo 1. Mercado Del Arándano

Análisis de mercado

La producción de arándano en el mundo se ha incrementado significativamente en los últimos años, a consecuencia del aumento de su consumo a escala global. El arándano está asociado a un halo de salud y un estilo de vida saludable para las personas, producto de sus características nutraceuticas. (MANAGEMENT, 2013)

El consumo de arándanos es un hábito creciente en el Hemisferio Norte, que se relaciona con la tendencia manifiesta a ingerir alimentos sanos y nutritivos. Se consume mayormente en estado fresco, constituyendo una oportunidad de colocación de la oferta del Hemisferio Sur durante el periodo de contra estación. (FABIANI, MARTINEZ, & CARLAZARA, 2001)

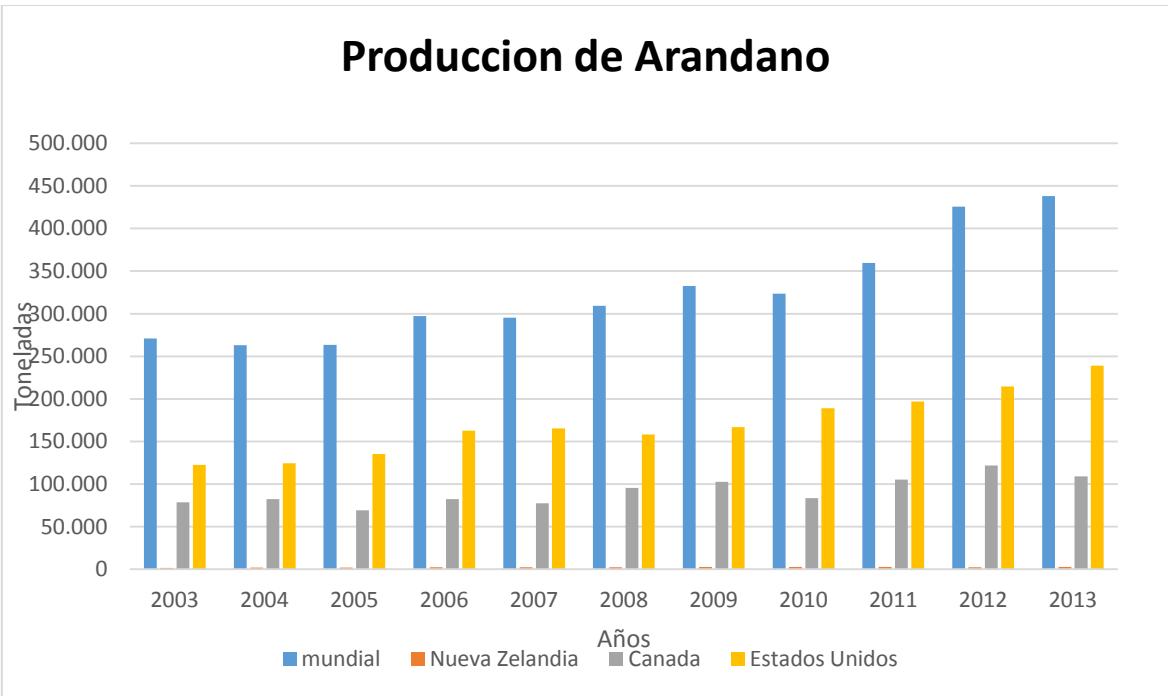


Ilustración 1 Datos de producción y exportación del arándano (FAOSTAT, Consulta 2 de Noviembre 2016)

La producción mundial de arándano ha aumentado y sigue creciendo por la creación de nuevos mercados de consumo en otros países (Ilustración 1), en el caso de Estados Unidos en el año 2003 tuvo una producción de 134446 toneladas y para el año 2013 de 239071 toneladas lo que equivale en estos 10 años al aumento de producción del 77.9% solo en este país.

El mercado de Estados Unidos ha abierto un gran espacio al incremento del consumo de arándanos, tanto frescos como congelados. Ambos productos muestran un aumento del consumo *per cápita* durante las tres últimas décadas. Si bien, en la década del 90 y comienzos de 2000, los consumidores prefirieron arándanos congelados, desde el 2002 esta tendencia cambió a una preferencia por el producto fresco, superando el consumo de congelados. Desde entonces la demanda por el producto fresco ha aumentado, alcanzando un consumo *per cápita* récord de 1,11 libras (0,5 kg) el año 2010. Por su parte, los arándanos congelados aumentaron de un consumo promedio *per cápita* de 0,22 libras (0,1 kg) anuales en la década de los 80 a 0,60 libras (0,3 kg) anuales *per cápita* en el año 2010). (USDA, 2012)

En Sudamérica el mayor productor es Chile (73%) quien contribuye con un cuarto de la producción mundial y es país líder en la región suramericana (GUTIÉRREZ, 2014) seguido de Argentina (22%) y Uruguay (4.3%). (GONZALES C. , 2013).

Algunos análisis apuntan que la producción mundial de arándanos ha crecido cerca de un 50% desde 2008 a la fecha, aumentando de 450 mil a 650 mil toneladas. Las proyecciones sugieren que la producción podría aumentar al mismo ritmo hasta el año 2018. Lo anterior, impulsado en gran parte por aquellos mercados emergentes como: América del Sur, África y Asia, los cuales se encuentran en plena expansión, tanto en términos de superficie plantada como en producto entregado. (HIGHBUSHBLUEBERRYCOUNCIL, 2013) Se observa incrementos de la demanda en países como Brasil y Colombia, en este escenario se proyecta que el tamaño del mercado mundial de arándanos se ampliará en más de 500 por ciento. (GONZALES A. , S.F.)

Oportunidad de Colombia en el mercado de arándano

Colombia es un país que gracias a su posición y sus condiciones climáticas puede producir todo el año, esto es una gran ventaja frente a otros países que no pueden porque presentan estaciones y limita su cosecha una vez al año esto abre una ventana para Colombia en tema de negocio de arándanos. Existen unos meses del año donde la producción de arándano es baja y donde Estados Unidos requiere importar todo el arándano ya que son épocas donde no produce, en la (Ilustración 2) se muestra los meses del año y la temporada de producción de arándano de varios países de América.

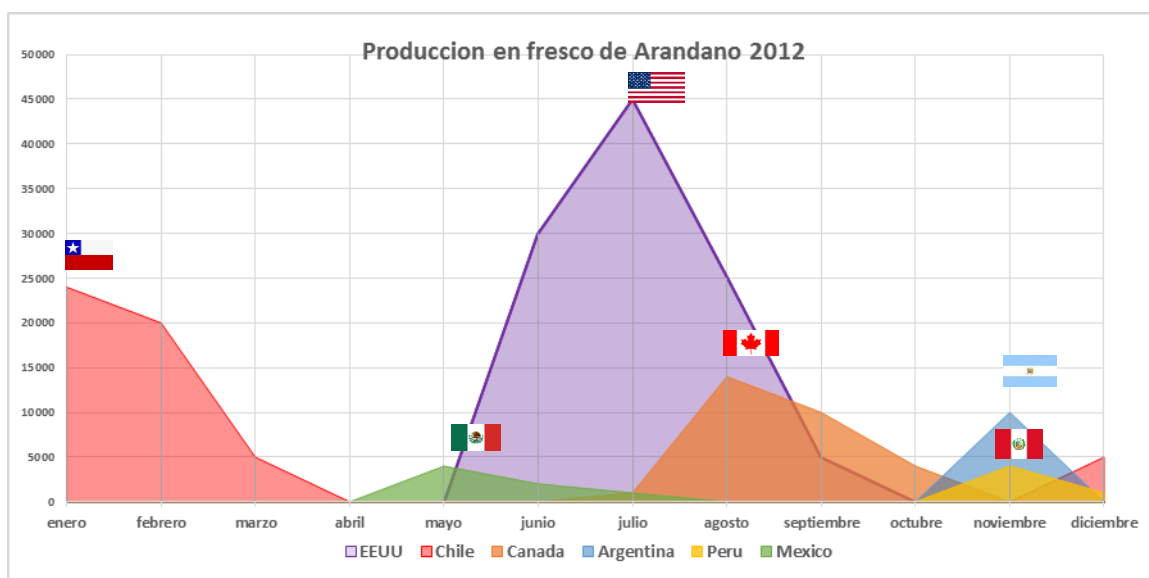


Ilustración 2 Producción en fresco de arándano 2012 (AFANADOR, 2015)

El mercado mundial del arándano presenta una escasa oferta en los meses de febrero, marzo, abril, septiembre, octubre y noviembre (Ilustración 2). Estas ventanas de tiempo es donde Colombia podría posicionarse como un importante productor mundial de arándano.

Adicionalmente en el 2006 USDA (*United State Departament of Agriculture*) y especialmente el APHIS (Servicio de Inspección Sanitaria de Animales y Plantas) aprobó los protocolos de importación desde Colombia para el Arándano y el agraz. Esto constituye en una oportunidad de mercado para la fruticultura Colombiana y permite el

acceso al mayor mercado mundial de las 4000 Ha de agraz y arándano que se estiman establecidas en Colombia. (ICA, 2006)

El agráz y el arándano fueron seleccionados para estudio, por ser una especie promisoría en la sustitución de cultivos de amapola y por su estrecha relación con los arándanos o blueberry que tienen gran mercado en el comercio internacional, el ICA informó que la aprobación comercial para importaciones de agráz y arándano por parte de los Estados Unidos, garantiza la ampliación de las opciones de desarrollo para el sector agrícola colombiano, mediante el aprovechamiento de las perspectivas favorables de mercado, que permiten la reconversión y modernización del sector. (ICA, 2006)

La demanda permanente a nivel mundial y los buenos precios han hecho que en muchos países, se despertara el interés en establecer cultivos. En el caso de Colombia se ha empezado a implementar el cultivo de arándano debido a la existencia de plantas con bajos requerimientos de frío (PANNUNZIO, VILELLA, TEXEIRA, & PREMUIK, 2011) que se pueden adaptar bien a las condiciones del trópico. Actualmente, se ha iniciado el establecimiento de cultivos de arándano, sin embargo, no existe información del desarrollo y manejo del cultivo en las condiciones del trópico. (CABALLERO CARVAJAL, 2015)

Pese al bajo número de hectáreas cultivadas en Colombia, se han registrado exportaciones desde el año 2011, aprovechando los mercados de países como Panamá, Costa Rica y Alemania que para el año 2011 se totalizó con USD 10.993 mientras que para el 2012 se produjo un incremento de 243% alcanzando USD 37.447 respectivamente. (LEGIS, 2013)

Ventajas de Colombia

Se cuenta con unas ventajas en el momento de competir en la comercialización del arándano como son:

- ✓ Uno de las principales ventajas de Colombia es que cuenta con una estructura para enfriamiento y de carga ya que se ha generado a partir del comercio que existe a

por la exportación que tiene Colombia hacia los Estados Unidos por las flores, Este producto nacional, que requiere de un tratamiento muy especial por su vida útil y delicadeza, se vale de la infraestructura más moderna, grande y avanzada de toda Latinoamérica como lo es el aeropuerto de carga el dorado, (GARCÉS, 2012) Este resultado es una ventaja para la exportación de otro producto que necesite las mismas condiciones como el arándano

- ✓ Colombia está rodeada de dos mares, en el caribe en los que se puede transportar a Estados Unidos y Europa por los puertos marítimos del norte, y por el pacifico por el puerto del occidente de Colombia hacia la costa oeste de los Estados Unidos y Asia.
- ✓ Se cuenta con el TLC desde hace varios años que consiste en un acuerdo comercial regional o bilateral para ampliar el mercado de bienes y servicios entre los países participantes que consiste en la eliminación o rebaja sustancial de los aranceles para los bienes entre las partes, y acuerdos en materia de servicios (MINCIT, 2006)
- ✓ Los productos como el arándano entre otros puede crecer su producción porque la mayoría se importa. En 10 años se proyecta tener un millón de hectáreas sembradas de los productos para la demanda nacional y externa. Se generarán alrededor de 133 mil nuevos empleos directos y, en ese mismo sentido, crecerán las exportaciones tanto en fresco como procesado en aproximadamente 637 mil toneladas. (PALACIO, 2015)
- ✓ Colombia, es una de las siete naciones que puede volverse despensa mundial de alimentos, gracias a que tiene suficiente tierra para ampliar la frontera agrícola sin necesidad de tumbar bosques. Además, goza de privilegios naturales como ser el tercer país con mayores recursos de agua y con diversidad climática. (FAO, 2016)
- ✓ Colombia es el séptimo exportador de productos agroindustriales en América Latina después de Brasil, México, Argentina, Chile, Ecuador y Perú, pero tiene potencial para tener una posición mucho más relevante. (FAO, 2016)

Capítulo 2: Condiciones Óptimas Para El Desarrollo Del Cultivo Del Arándano

Botánica, aspectos técnicos y condiciones edafoclimáticas requeridas por el arándano

En esta parte se mostraran de diversas fuentes y haciendo un compilado de la información recolectada una breve indicación de los requerimientos del arándano en suelo, clima y necesidades hídricas como puntos importantes en su desarrollo además de una explicación del termino horas frio (HF) como parte importante en este trabajo.

Botánica

Como se ha indicado, el nombre científico es *Vaccinium sp.*, perteneciente a la familia Ericácea. Se trata de arbustos erectos o rastreros, con altura variable según la especie (0,3 a 7,0 m), de hojas alternas, caducas o perennes, y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en muchos casos. A continuación nos vamos a referir básicamente a las dos especies que tienen más importancia para nuestra región, desde el punto de vista económico, *V. corymbosum* L. y *Vaccinium virgatum*. Ambas, muy similares en cuanto a su cultivo se refiere. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

V. Virgatum. Es nativo del sureste de los Estados Unidos. Puede llegar a superar los 4 metros de altura; sus necesidades en horas-frío se sitúan entre 400 y 600 h/f. A diferencia de *V. corymbosum*, tolera mejor la sequía, pero es más sensible al exceso de humedad en el suelo; puede cultivarse en suelos con pH más alto y es más productivo, aunque el fruto es algo más pequeño. Organolépticamente tiene menor calidad, la piel más dura, pero posee una mejor conservación post-cosecha. Actualmente, su área de distribución se está expandiendo debido a su mayor tolerancia al pH del suelo, a su adaptación a

distintas zonas climáticas, y a la aparición en el mercado de nuevas variedades, algunas de ellas bastante tardías que podrían alargar la cosecha hasta el mes de Octubre. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

V. corymbosum L. Es originario de la costa este de América del Norte. Fue una de las primeras especies que, a principios de 1900, comenzó a domesticarse. Posee la mayor calidad de fruto, de ahí que sea con gran diferencia la más importante en cuanto a superficie cultivada. En condiciones de cultivo puede alcanzar una altura de 2,5 m. Para su mejoramiento genético se ha cruzado con otras especies con el fin de poder adaptar su cultivo a distintas zonas, sobre todo climáticas, habiéndose obtenido actualmente cultivares con requerimientos en horas frío que varían en un rango de 100 a 1.200 h/f. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

Aunque existen algunas diferencias botánicas entre las especies *V. virgatum* y *V. corymbosum*, a modo ilustrativo se describe la morfología de esta última.

Raíz

El sistema radical es superficial, situándose el 80% de éste en los primeros 40 cm, tiene raíces finas y fibrosas que se caracterizan por la ausencia de pelos absorbentes. Entre las raíces y la parte aérea se encuentra la corona, que tiene la capacidad de emitir brotes. En la mayoría de los casos se asocia de forma natural con una micorriza formando una simbiosis, traducándose ésta en un mayor desarrollo vegetativo. Es sensible al encharcamiento en suelos pesados. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

Hojas

Las hojas son simples y se distribuyen en forma alterna a lo largo de la ramilla. Todas las especies domesticas poseen hojas caedizas, aun cuando algunas otras especies son siempre verdes. Las hojas varían en tamaño de 1 a 8 cm de largo y la forma varia de ovada a lanceolada. Las hojas del arándano alto se caracterizan por ser grandes (5-7 cm), ovadas, de borde entero o cerrado dependiendo de la variedad, de color verde oscuro y generalmente con abundante pilosidad en el envés. (MUÑOZ, 2015)

Flores

Nacen en los racimos, se pueden encontrar de 6 a 10 flores por racimo. Las corolas poseen entre 4 a 5 pétalos fusionados y los pistilos poseen entre 8 y 10 estambres. Los ovarios inferiores poseen entre 4 a 5 lóculos y en cada lóculo se encuentran los óvulos. El

cáliz de la flor permanece unido al ovario. Cabe destacar que los frutos de yema dependerán del grado de polinización de las flores o cuaja, así como el porcentaje asociado a las pérdidas producto de fertilizaciones tardías, falta de iluminación durante la época de floración y las heladas que retardan los procesos de floración y cuaja. (VALDENEGRO MACÍAS, 2007)

Fruto

Es una falsa baya esférica de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso de 0,5 a 4,0 g y varias semillas en su interior, 20 a 100, cuyo número está relacionado de forma positiva con el tamaño del fruto. Los frutos, a medida que maduran, pasan por distintos grados de color, adquiriendo el tono azul característico al finalizar la maduración. A su vez, la epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas, que le dan una terminación muy atractiva. Los frutos más cercanos a las ramas son más grandes que los distales, y su tamaño se ha relacionado también con el vigor de la rama, es decir, ramas más vigorosas generalmente producen frutos mayores. Además, los primeros frutos maduros de un cultivar a menudo son mayores que los que se recogen más tarde. Dos características comercialmente relevantes del fruto son: la cicatriz que queda al desprenderse del pedúnculo, que debe ser pequeña y seca a fin de dificultar la acción de los patógenos, y la firmeza, que está muy relacionada con el grosor de la epidermis. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

Aspectos técnicos

Para la elección de los materiales que se van a utilizar se deben tener en cuenta ciertos aspectos en el caso del arándano además de definir el término de horas frío a continuación hay una serie de consideraciones importantes como:

- Las horas frío en la zona de cultivo, ya que como se ha indicado, existen cultivares con necesidades que oscilan desde 100 hasta 1.200 HF
- La época de maduración, ya que, dependiendo del nicho de mercado que se quiera ocupar, existen cultivares con maduraciones de fruto que varían desde muy tempranos a muy tardíos.
- El destino de la fruta, orientado bien al mercado fresco o a la industria agroalimentaria. En el primer supuesto, son preferibles los tipos de fruto grande que cuentan además, con un mayor rendimiento en la recolección. Si los frutos se

destinan para la industria, el tamaño del fruto no tiene tanta importancia, siendo generalmente más productivos los cultivares que maduran en media estación.

- La resistencia de los frutos a la manipulación, sobre todo cuando se destinan a la exportación.
- El tipo de recolección. Para la recolección mecanizada es fundamental elegir cultivares con un porte erecto, con una maduración agrupada, una dureza de los frutos considerable y un desprendimiento fácil de éstos de la planta.
- Una alta productividad y buena conservación.
- El tamaño de la herida en el punto de inserción con el pedúnculo, o cicatriz. Cuando el destino es el mercado fresco, es importante que ésta sea pequeña y seca, para una mejor conservación del fruto, minimizando el riesgo de podredumbres.
- La resistencia a plagas y enfermedades. Existe una amplia gama de cultivares a nivel mundial, la gran mayoría de origen norteamericano, alguna alemana con menor importancia y otras más recientes de procedencia australiana y neozelandesa. Atendiendo a la época de maduración de los frutos, los cultivares se pueden clasificar en muy tempranos, tempranos, de media estación, tardíos y muy tardíos.

(GARCÍA RUBIO J. , 2010)

Requerimientos edafoclimáticas

Horas frío

El origen del termino viene de las investigaciones acerca de los requerimientos de bajas temperaturas para la ruptura de la dormición de las yemas de los árboles frutales se iniciaron hace más de medio siglo. Weinberger (1950) acuñó la expresión “horas de frío” (HF) para referirse a aquellas horas transcurridas a temperaturas inferiores a 7 °C, y correlacionó por primera vez las HF con la cantidad de frío requerida para la ruptura de la dormición y el posterior crecimiento normal de los árboles frutales. Existen cierto modelos donde se analiza las relaciones de temperatura y equivalencia en horas tal como lo es el modelo de Utah considerando que las temperaturas superiores a 7 °C no tienen efecto sobre la salida del reposo invernal, y que las inferiores a ese umbral tienen el mismo efecto. Posteriormente, surgieron otros modelos que contemplan rangos de temperatura

con diferente eficiencia en la acumulación de frío. Según este modelo, 1 HF es equivalente a 1 unidad de frío (UF) solamente en el intervalo de temperaturas comprendido entre 2,5 y 9,1 °C. Las temperaturas inferiores a 1,4 °C no resultan efectivas para la ruptura de la dormición y, por ello, no tienen incidencia en la acumulación de frío. Las temperaturas entre 1,5 y 2,4 °C, o entre 9,2 y 12,4 °C, tienen una eficiencia del 50 % y las temperaturas iguales o superiores a 16 °C producen un efecto negativo, restando unidades de frío a la sumatoria diaria. Las UF diarias se obtienen mediante la sumatoria de las UF de cada hora del día por lo que, para utilizar este método, se requieren datos horarios de temperatura. Una vez que se ha acumulado un dado nivel de unidades de frío, se requiere un cierto número de unidades de calor para la ruptura de la dormición. El mismo se cumplimenta por exposición a temperaturas superiores a 4,5 °C (en inglés, growing degree hours o GDH). (COSTA & RAMINA, 2014)

- ✓ Se define como 1 unidad de frío (UF) al aporte de frío que realiza 1 hora transcurrida en el intervalo térmico de 2,5 a 9,1 °C, para la salida de la dormición.
- ✓ Los restantes intervalos térmicos presentan menores niveles de eficiencia. (COSTA & RAMINA, 2014)

A continuación se mostrara dos tablas que nos indican el modelo de Utah y el requerimiento de frío expresado en horas de frío para la ruptura de la dormición de distintas especies frutales caducifolias entre ellas los 3 tipos de arándano.

Tabla 1 Relación de eficacia para la salida de la dormición, según el modelo de Utah (RICHARDSON, SEELEY, & WALKER, 1974)

Temperatura (°C)	UF correspondientes a 1 hora transcurrida a un dado rango térmico
< 1,4	0
1,5 a 2,4	0,5
2,5 a 9,1	1
9,2 a 12,4	0,5
12,5 a 15,9	0
16,0 a 18,0	-0,5
> 18	-1

Tabla 2 Requerimiento de frío, expresado en horas de frío, para la ruptura de la dormición de distintas especies frutales caducifolias (SOZZI, 2008)

Especie	Requerimiento de frío (HF)
Almendro	200–500
Actinidia (kiwi)	700–1400
Arándano tipo 'lowbush'	> 800
Arándano tipo 'highbush'	150–1000
Arándano tipo 'rabbit-eye'	300–600
Avellano	800–1600
Caqui	100–500
Cerezo dulce	500–1300

*Los datos resaltados son el arándano según sus requerimientos de HF según su tipo cabe destacar que en distintas fuentes los requerimientos cambia un poco los valores pero el rango se mantiene.

Suelo

El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que se concentran en un 80% a 50 cm de profundidad del suelo, es decir, muy cerca de la superficie. Estas raíces fibrosas carecen de pelos radicales y tienen relativamente baja capacidad de absorción. Las raíces del arándano no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas y requieren de suelos sueltos y bien drenados, con buen contenido de materia orgánica (3% a 5%). (UNDURRAGA & VARGAS, 2013) Los suelos más adecuados para este cultivo son los que presentan un pH entre 4.5 y 5.5, ligeros, con buena aireación. (CARRERA, 2012) Suelos que presentan alto contenido de calcio o fósforo no son buenos para el cultivo del arándano, así como tampoco son convenientes suelos calcáreos donde se presentan deficiencias en fósforo (VALENZUELA, 1988). Se recomienda realizar análisis químico de suelos para conocer los macro y micronutrientes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica y pH. Si el pH es alto es vital la determinación de la cantidad de azufre elemental necesario para acercarse a la acidez requerida. Es preferible comenzar a aplicar el azufre el año anterior a la plantación, incorporándolo superficialmente a toda la superficie a plantar. Si no se alcanzó a acidificar el suelo antes de plantar, el azufre elemental debe mezclarse muy bien con la tierra que se sacará del hoyo de plantación. El pH que se pueda obtener en el suelo se mantiene

acidificando el agua de riego con ácido sulfúrico y ácido fosfórico, o con las aplicaciones de fertilizantes de reacción ácida como sulfato de amonio, fosfato monoamónico, o fosfato monopotásico. En todo caso la acidez del suelo debe ser verificada anualmente para asegurar el desarrollo normal de las plantas de arándano. Otro factor importante a tomar en cuenta para el éxito de la plantación es ubicar la plantación en suelos libres de malezas perennes, realizando muy anticipadamente las aplicaciones de herbicidas recomendadas para su control. Durante la preparación de suelos sacar y eliminar los restos de malezas que hayan quedado sobre y bajo la superficie. Para la plantación seleccionar suelos descansados, con siembras previas de avena o trigo. No ubicar plantaciones cerca de caminos públicos de tierra ya que el polvo se adherirá a la fruta y perjudicará la calidad del arándano destinado a la exportación en fresco. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

Clima

Los arándanos crecen en una gran variedad de climas ya que sus requerimientos de frío van desde las 400 a 1.100 horas de frío, las cuales corresponden al número acumulado de horas con temperaturas menores a 7.2 °C (BOWEN, 1986) para cumplir su receso invernal. Una vez que las plantas rompen la latencia se vuelven muy sensibles a las bajas temperaturas. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013) Cuando se tienen temperaturas muy altas seguidas de heladas severas; en estas condiciones las yemas resultan con daño vascular produciendo necrosis en el área afectada. (VALENZUELA, 1988). Para realizar una correcta elección de las variedades a plantar es necesario conocer el período de ocurrencia de heladas del sector, de tal manera que estos eventos no coincidan con el período de floración. La flor presenta daños a -2 °C, pero por la superposición de estados fenológicos se considera como temperatura crítica -0,6 °C. Veranos nublados reducen la calidad de la fruta y favorecen la propagación de hongos. Así también, veranos muy calurosos pueden concentrar la cosecha de la fruta, disminuir el sabor y su firmeza, además impedir una cosecha escalonada y oportuna. Los vientos fuertes dominantes, especialmente los primeros años de la plantación, ocasionan desarrollo de brotes caídos, afectan la floración por caída de flores e impiden la polinización por insectos, y además, producen la caída y daño mecánico de la fruta deteriorando su calidad final. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013)

La temperatura es un factor importante en el crecimiento de esta planta ya que para el brote de la flor son necesarias temperaturas de 24°C (GARCÍA RUBIO & GARCIA

GONZALES DE LENA, 2014) además que los mejores frutos se dan en temperaturas nocturnas de 10°C y diurnas de 26°C. Así mismo un óptimo de temperatura es entre 20°C y 25°C. (MEYER & PRINSLOO, 2003)

Si la acumulación de horas de frío invernal es insuficiente, dependiendo de la necesidad de cultivar, puede tener como consecuencia la Brotación y la floración de producción deficiente y, en consecuencia reducida. Esta variación en la necesidad de frío entre los cultivares de causas puede ser asombroso de producción, siempre que se utilicen en la misma zona, de maduración temprana cultivares de media estación y tardía (BOWLING, 2000)

Para determinar qué variedad es mejor para su área, es de vital importancia para comprender cuántas horas de frío son necesarios para que la planta produzca frutos.

Horas de frío se refiere a horas donde la temperatura está por debajo de siete grados centígrados. (GARCIA, 2011)

- Sur Highbush: requiere entre 400 o menos horas frío
- Rabbiteye: requiere entre 400-600 horas frío
- Norte Highbush: requiere entre 800 o más horas frío

Agua

Debido a sus raíces superficiales, fibrosas y de poca extensión, el arándano es muy sensible al déficit y exceso de agua. Donde no se conozca la calidad del agua de riego se recomienda realizar un análisis químico para determinar pH, sales solubles (conductividad eléctrica), y razón de adsorción de sodio (RAS). Además, deberá sacarse otra muestra de agua para análisis microbiológico para asegurar y demostrar que se regará con agua de buena calidad y limpia. Los sistemas de riego localizado permiten mantener un nivel adecuado de humedad en los primeros 15 a 20 cm del suelo, donde se encuentra gran parte de las raíces. Adicional al sistema de riego del cultivo, en aquellos lugares con peligro de heladas primaverales se utiliza el riego por aspersión para su control. (UNDURRAGA & VARGAS, 2013) En promedio las plantas jóvenes necesitan cerca de 1 pulgada de agua por semana (STRIK, 2008), mientras que el requerimiento hídrico para plantas adultas es de 15 L a 20 L de agua (MEYER & PRINSLOO, 2003)

Ciclo del cultivo del arándano y etapas fenológicas

El crecimiento y el desarrollo son constantes de modo que la etapa de establecimiento del cultivo se da entre el primero y el segundo año después de la siembra; las primeras cosechas se realizan entre el tercer y el cuarto año y la estabilización de la cosecha se da a los 7 años. (CARRERA, 2012) El ciclo anual de desarrollo de la planta en las condiciones de Norteamérica, (Ilustración 3) está dividido en estados que se suceden en relación a las estaciones:

1. Desarrollo vegetativo, que es el crecimiento de los ápices vegetativos y acumulación de carbono y de reservas de nutrientes;
2. Botón floral de iniciación, cuando se da inducción a la floración y la transición de los ápices de vegetativo a reproductivo;
3. Dormancia, cuando no hay crecimiento de meristemas vegetativos ni diferenciación de estructuras vegetativas;
4. Floración, cuando se llevan a cabo procesos biológicos como la polinización y fertilización;
5. Desarrollo del fruto, junto con el crecimiento de estructuras vegetativas y el crecimiento y la maduración de las estructuras reproductivas.

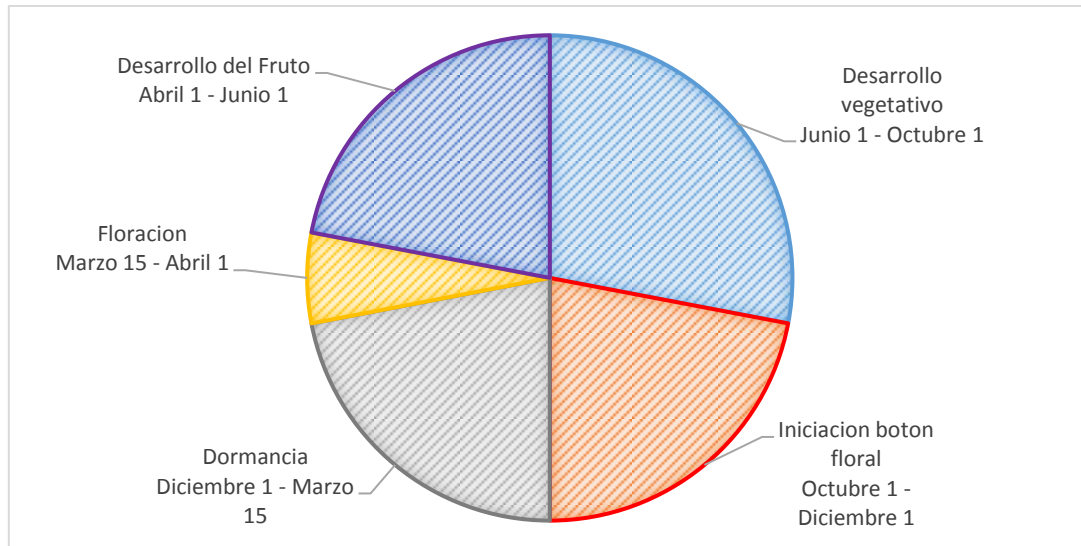


Ilustración 3 .Desarrollo anual del ciclo de arándanos en Norteamérica (DARNELL, STUTTRE, MARTIN, LANG, & EARLY, 1992)

En el arándano, tanto la fase de floración como la de maduración y cosecha son mucho más prolongadas que en otros frutales, tales como manzano, duraznero, peral y ciruelo. El periodo reproductivo del arándano alto se caracteriza por la coexistencia de flores y frutos en diferentes estados de madurez (URRUTIA & BUZETA., 1992)

El crecimiento en la planta del arándano está dividido en dos partes vegetativo y reproductivo. (Ilustración 4 y 5) Hay cuatro etapas de crecimiento vegetativo donde el primero es la yema vegetativa, el segundo es el brote caracterizado por entrenudos cortos, tercero el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y cuarto una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos.(Ilustración 4) (RIVEDENEIRA & G, 2011)



V1

Punta Verde
Yema Vegetativa
Abierta



V3

Brote Nuevo
Alargando
Entrenudos
Hojas
Expandiendo



V2

Brotación
Entrenudos Cortos



V4

Rama Nueva
Hojas expandidas
Entrenudos Largos

Ilustración 4 Crecimiento vegetativo del arándano. (RIVEDENEIRA & G, 2011)

Las etapas de crecimiento reproductivo son seis: primero se tiene una yema hinchada que dará origen a las flores y posteriormente la yema se abrirá dando inicio a la floración, tercero son botones florales con la corola cerrada, cuarto flor en plena floración con la corola abierta, quinta caída de la corola y cuaje del fruto y sexto fruto verde (Ilustración 5) (MEYER & PRINSLOO, 2003)



R1

Yema Hinchada

Origen flores



R5

Flor

Plena floración



R2

Yema abierta

Inicio floración



R6

Cuaje

Caída de corola



R3 y R4

Botones florales

Corola cerrada



R7

Fruto verde

25% del tamaño

Ilustración 5 Crecimiento reproductivo del arándano (RIVEDENEIRA & G, 2011)

Capítulo 3 Áreas Probables De Adaptación

Para tener en cuenta las áreas probables de adaptación y que el Arándano se podría adaptar adecuadamente se debe analizar distintos criterios como los son las temperaturas máximas, temperaturas mínimas, precipitación, el pH del suelo, la nubosidad del lugar, y zonas con mayores temperaturas frías.

A continuación se tienen 3 puntos a tener en cuenta para la realización de las áreas probables que tomaran:

La acumulación de horas frío posibilita los cambios fisiológicos responsables de la floración, la foliación y la fructificación normal en caducifolios (GIL-ALBERT, 1992) (MELGAREJO, MARTÍNEZ, GUILLAMÓN, MIRO, & AMORÓS, 1997) Esta acumulación varía de acuerdo a la especie o variedad y, se estima, contando el número de horas necesarias para salir del periodo de reposo o dormancia a temperaturas inferiores a un umbral, comprendido entre 4 y 12°C. (CAMPOY, RUIZ, COOK, ALLDERMAN, & EGEA, 2011) Sugieren que el umbral de 7°C, es un parámetro apropiado para este tipo de frutales.

En las zonas tropicales, el sistema de medición de horas frío (HF) no es muy relevante, debido al modelo de producción de cosecha continua y a que las plantas no entran en endodormancia. (WESTWOOD, 1993) Una vez las plantas se hallan en este estado, se hace necesario acumular cierto número de horas frío o unidades de frío, dependiendo del modelo de cálculo, para salir de este estadio de reposo o dormancia (REAL, 1987)

En los trópicos, se adapta mejor el modelo Utah, de (RICHARDSON, SEELEY, & WALKER, 1974), porque incluye el efecto de horas que pasan los 7,2°C y no tiene en cuenta las horas frío recibido en la noche, cuando las horas calor son demasiado altas en el día. Las unidades de frío (UF), se definen como el aporte que realiza una hora transcurrida en el intervalo térmico, de 2,5 a 9,1°C, para que termine la dormancia de la planta (GARIGLIO, DOVIS, LEVA, GARCÍA, & BOUZO, 2006) Según (GARIGLIO, PILATTI, & FONFRÍA, 2007)

El perfil climático (tabla 3) indica unas condiciones edafoclimáticas favorables para el desarrollo del arándano, aunque se presente este esquema en algunas variables no se cuenta con información detallada de todos los municipios de Colombia para hacer un análisis completo. Por esta razón se hace un análisis preliminar con la información disponible que proporciona el IDEAM.

Tabla 3 Perfil Climático

Perfil Climático	
Temperatura media	20 ° C aprox
Temperatura máxima	26, 6 °C aprox
Temperatura mínima	5 °C aprox
Precipitación	1000 a 1500 mm anuales aprox.
Humedad	25 - 45 %
Nubosidad	24%(mayormente despejado) – 45% (parcialmente nublado)
Radiación solar	4,63 KW/m ² /día aprox.
pH	4.5 – 5.5
Altitud	1800 - 2800
Observación	Ideal sin heladas, si se presenta se puede manejar

El análisis se hizo por medio del atlas climático diseñado por el IDEAM donde explica y muestra datos relacionados con el clima de todo el país. El IDEAM cuenta con 235 estaciones climatológicas ubicadas en las capitales de departamentos y ciudades importantes.

Con los datos recogidos en las tablas que cuenta el atlas se hizo una recopilación y se procedió a realizar un filtro con municipios con 1800 msnm o mayor (tabla 5) basándose en los llamados pisos térmicos, que son causados por la disminución de la temperatura con el aumento de altura sobre el nivel del mar. (Tabla 4)

Tabla 4 Temperaturas aprox. en diferentes niveles altitudinales (IDEAM, S. F.)

ELEVACION	TEMP. MINIMA MEDIA	TEMP. MEDIA	TEMP. MAX. MEDIA
0	23.4	28.2	33.2
5.00	29.7	25.4	30.5
1.000	17.9	22.6	27.7
1.500	15.2	19.8	25.0
2.000	12.4	17.0	22.2
2.500	9.7	14.2	19.5
3.000	6.9	11.4	16.7
3.500	4.2	8.6	14.0
4.000	1.4	5.8	11.2

Con el software GGIS que es un sistema de información geográfica se realizó un mapa ya existente con los municipios de Colombia más una capa de relieve con rangos de 1800 a 2800 msnm. (Ilustración 6, 7, 8 y 9). Estas capas fueron obtenidas por el software floramap.

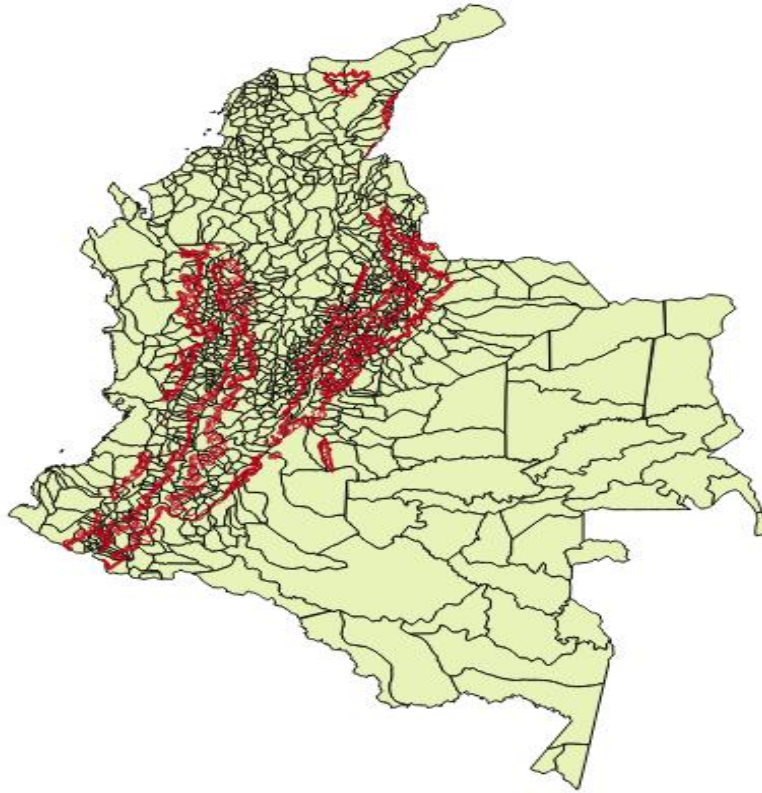


Ilustración 6 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm vista completa

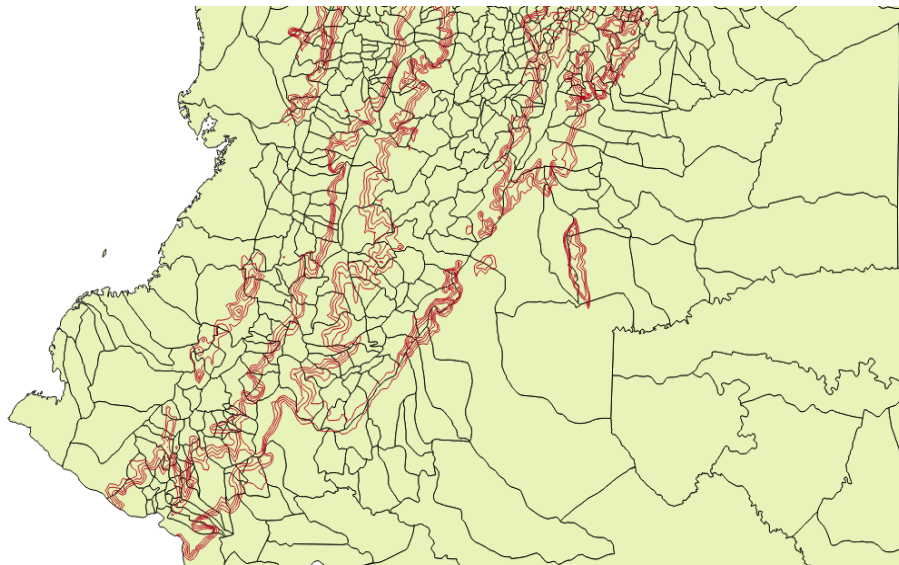


Ilustración 7 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm vista occidental

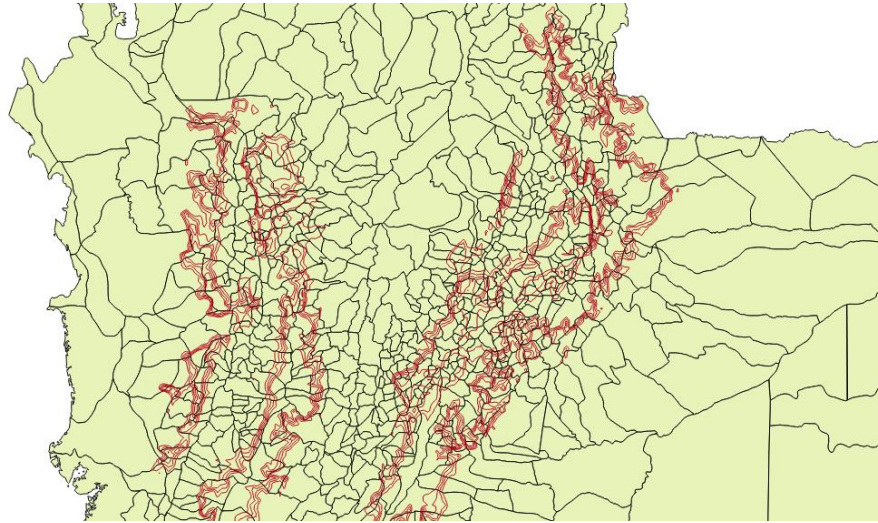
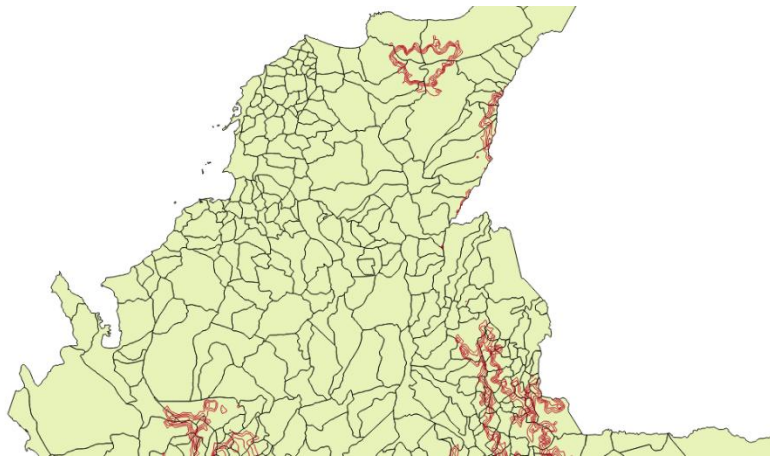


Ilustración 8 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm. Vista central



*Ilustración 9 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm
vista norte*

Con base en el relieve de 1800 a 2800 msnm se hizo una selección de los municipios que son intersectados, dándonos una muestra de los lugares que pueden ser aptos para el cultivo de arándano por la altitud (Ilustración 10 y 11)

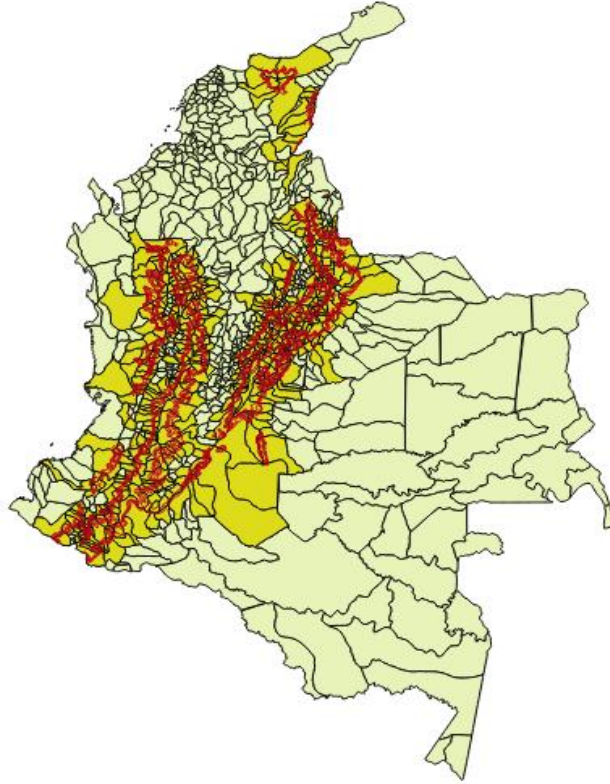


Ilustración 10 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm y la selección de municipios intersectados el relieve. Vista general

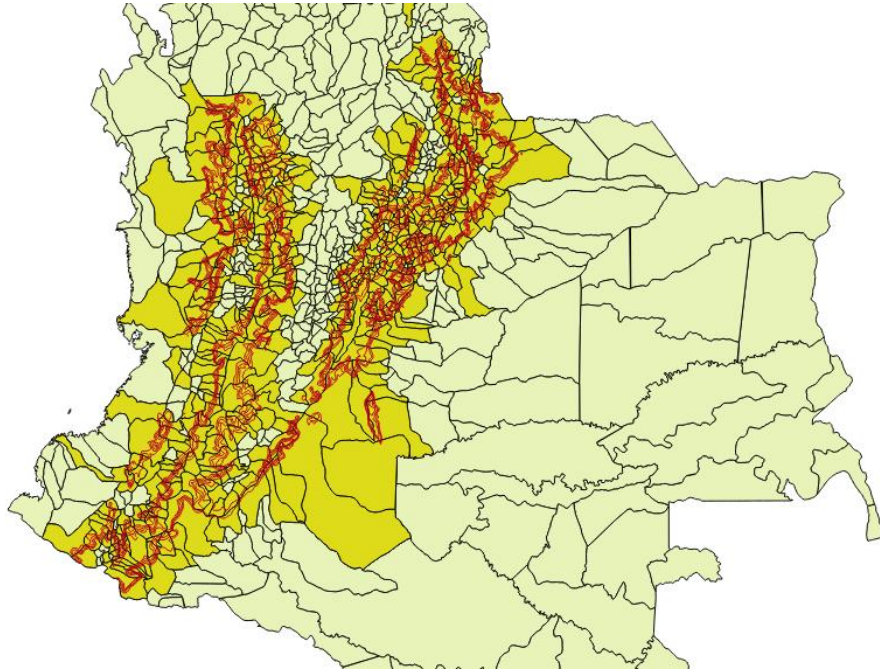


Ilustración 11 Mapa de Colombia con zonas de altitud de 1800 a 2800 msnm y la selección de municipios intersectados por el relieve. Vista centrada

Con los datos que se cuenta y después del filtrado con la variable de altitud quedan los municipios que tienen datos de altitud, precipitación y temperatura. (Tabla 5) (Ilustración 12). A la selección se le hace una clasificación de adaptabilidad teniendo en cuenta solamente altitud con los siguientes parámetros:

- 1800 a 2200 msnm (Apto)
- Mayor a 2200 a 2800 msnm (Medianamente apto)
- Mayor de 2800 msnm (Poco apto)

Tabla 5 Resultado de datos recopilados del atlas del IDEAM

Departamento	Municipio	Elevación	Precipitación	T° Media	T° Max	T° Min	Adaptabilidad
Cundinamarca	Cabrera	2.050	851	16,4	21,9	10,6	Apto
Cundinamarca	Choachi	3.195	1.323	8,4	11,9	4,6	Poco apto
Cundinamarca	Choconta	2.560	953	12,2	16,9	8,2	Medianamente apto
Cundinamarca	Cogua	3.100	989	10,4	15,4	6,8	Poco apto
Cundinamarca	Facatativa	2.570	688	12,4	19,6	6,6	Medianamente apto
Cundinamarca	Funza	2.545	722	13,1	19,6	7,7	Medianamente apto
Cundinamarca	Fuquene	2.580	1.045	14,4	21,6	9,3	Medianamente apto
Cundinamarca	Gacheta	1.850	1.226	18,9	23,9	13,4	Apto
Cundinamarca	Guasca	2.750	794	13,2	18,1	7,8	Medianamente apto
Cundinamarca	Madrid	2.550	565	13,7	18,5	6,1	Medianamente apto
Cundinamarca	Mosquera	2.543	671	13,1	19,2	6,5	Medianamente apto
Cundinamarca	Nemocon	2.580	648	13,0	18,8	8,2	Medianamente apto
Cundinamarca	Pacho	1.940	1.370	15,5	21,1	11,2	Apto
Cundinamarca	Pasca	2.256	896	15,5	19,3	11,1	Medianamente apto
Cundinamarca	San Cayetano	2.150	1.595	16,2	20,6	12,0	Apto
Cundinamarca	San Francisco	2.475	1.417	13,6	18,0	9,9	Medianamente apto
Cundinamarca	Sibate	2.568	574	12,8	18,2	8,0	Medianamente apto
Cundinamarca	Simijaca	2.572	776	12,6	18,7	7,6	Medianamente apto
Cundinamarca	Soacha	2.900	785	11,6	16,0	7,1	Poco apto
Cundinamarca	Subachoque	2.590	873	12,0	18,7	6,1	Medianamente apto
Cundinamarca	Suesca	2.720	646	13,0	18,1	9,9	Medianamente apto
Cundinamarca	Sutatausa	2.700	736	13,1	18,5	9,0	Medianamente

							apto
Cundinamarca	Tabio	2.620	861	13,4	19,7	8,3	Medianamente apto
Cundinamarca	Tenjo	2.560	775	13,6	19,2	6,3	Medianamente apto
Cundinamarca	Ubaque	2.980	1.139	11,2	13,5	5,8	Poco apto
Cundinamarca	Ubate	2.550	716	12,3	19,2	6,0	Medianamente apto
Antioquia	Carolina	1.800	3.390	17,1	21,6	13,9	Apto
Antioquia	Concordia	2.032	2.288	18,3	23,2	14,3	Apto
Antioquia	Guarne	2.400	1.982	15,1	20,1	9,3	Medianamente apto
Antioquia	Peñol	1.880	2.642	17,1	22,9	13,0	Apto
Antioquia	Rionegro	2.140	1.847	16,9	22,2	12,3	apto
Antioquia	Santa Rosa De Osos	2.600	1.918	13,0	18,3	7,4	Medianamente apto
Antioquia	Urao	1.850	1.578	17,1	22,4	13,4	apto
Boyacá	Boavita	2.150	1.313	17,3	24,1	11,5	apto
Boyacá	Chiquinquirá	2.545	990	12,9	19,3	7,4	Medianamente apto
Boyacá	Chiscas	2.350	1.304	16,7	21,8	10,9	Medianamente apto
Boyacá	Chita	2.888	990	11,9	17,2	6,5	Poco apto
Boyacá	Duitama	2.485	840	14,2	21,2	6,6	Medianamente apto
Boyacá	Jenesano	2.200	941	16,5	22,0	11,5	apto
Boyacá	Nobsa	2.530	783	15,1	21,8	8,7	Medianamente apto
Boyacá	Nuevo Colon	2.438	896	14,2	19,8	10,1	Medianamente apto
Boyacá	Paipa	2.470	961	14,3	21,2	7,3	Medianamente apto
Boyacá	Rondon	2.120	1.971	16,1	20,9	12,6	apto
Boyacá	Samaca	2.600	731	13,8	18,9	8,6	Medianamente apto
Boyacá	Santa Sofia	2.300	1.156	16,2	21,6	11,0	Medianamente apto
Boyacá	Sativanorte	2.594	1.172	15,2	19,9	10,1	Medianamente apto
Boyacá	Socha	2.680	949	14,0	20,3	8,2	Medianamente apto

Boyacá	Sogamoso	2.500	727	14,2	21,1	5,8	Medianamente apto
Boyacá	Sutatenza	1.930	1.119	17,9	22,6	13,7	apto
Boyacá	Tibasosa	2.548	824	15,2	21,5	7,6	Medianamente apto
Boyacá	Tunja	2.690	641	12,9	18,0	8,5	Medianamente apto
Boyacá	Villa De Leyva	2.215	946	16,9	22,9	11,2	Medianamente apto
Cauca	Cajibío	1.800	2.346	18,5	24,7	13,6	apto
Cauca	La Sierra	1.870	2.621	17,9	22,1	14,2	apto
Cauca	Piendamó	1.800	2.042	18,8	23,7	14,3	apto
Caldas	Anserma	2.000	1.737	16,8	21,1	13,3	apto
Caldas	Manizales	2.080	1.530	16,6	21,5	11,9	apto
Caldas	Riosucio	1.820	1.862	20,1	24,8	15,7	apto
Huila	Acevedo	2.225	2.760	15,9	21,4	12,1	Medianamente apto
Huila	San Agustín	1.800	1.436	17,8	22,6	13,6	apto
Nariño	Alban	2.190	2.008	15,6	21,6	11,2	apto
Nariño	Taminango	1.875	1.756	17,5	22,5	14,2	apto
Nariño	Tangua	2.800	922	13,1	17,5	9,0	Poco apto
Norte De Santander	Cachira	1.882	963	16,7	22,0	12,1	apto
Norte De Santander	Herrán	2.500	1.703	13,6	18,5	9,6	Medianamente apto
Norte De Santander	Pamplona	2.340	933	14,9	19,2	10,2	Medianamente apto
Norte De Santander	Silos	2.765	887	12,0	17,8	7,0	Medianamente apto
Santander	Cerrito	2.698	1.243	13,5	18,9	8,5	Medianamente apto
Santander	Gambita	1.900	2.453	17,8	23,0	12,5	apto
Santander	Velez	2.170	1.901	16,5	22,8	12,0	apto
Santander	Zapatoca	1.810	1.314	18,8	23,5	14,5	apto
Tolima	Cajamarca	1.920	1.290	18,5	23,5	13,7	apto
Tolima	Rovira	2.020	1.629	16,6	21,2	12,3	apto
Tolima	Villahermosa	2.029	2.231	16,8	19,9	13,5	apto

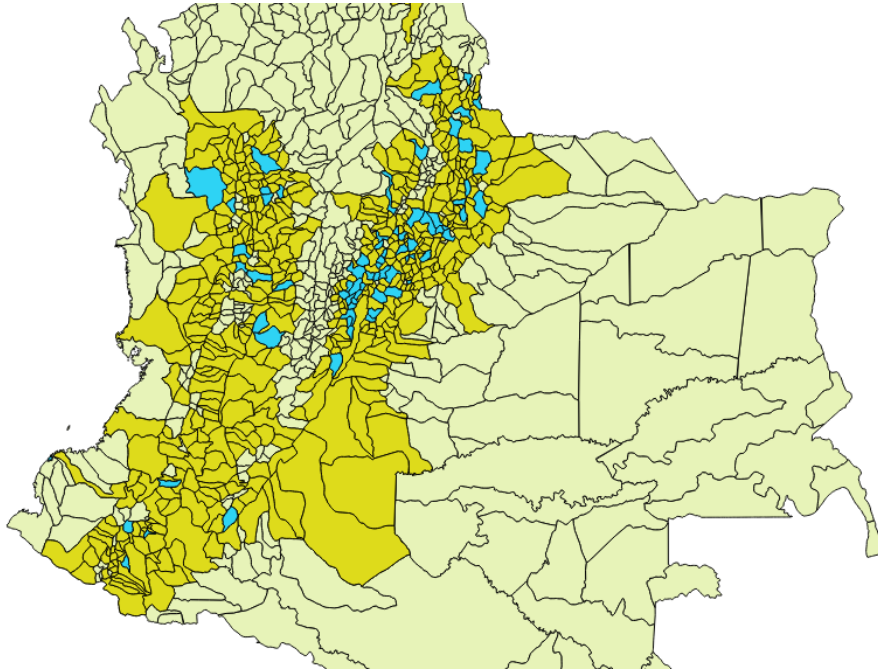


Ilustración 12 Mapa de Colombia con selección de municipios intersectados más los resultados de datos recopilados del atlas del IDEAM. Vista centrada

Existen más municipios que por altitud podrían servir para la adaptabilidad del arándano pero por no existir información completa no se mencionan aunque si se ilustra. Para contrastar la información recopilada se realiza un mapa con el fin mostrar los municipios seleccionados con el relieve de 1800 a 2800 msnm. (Ilustración 13)

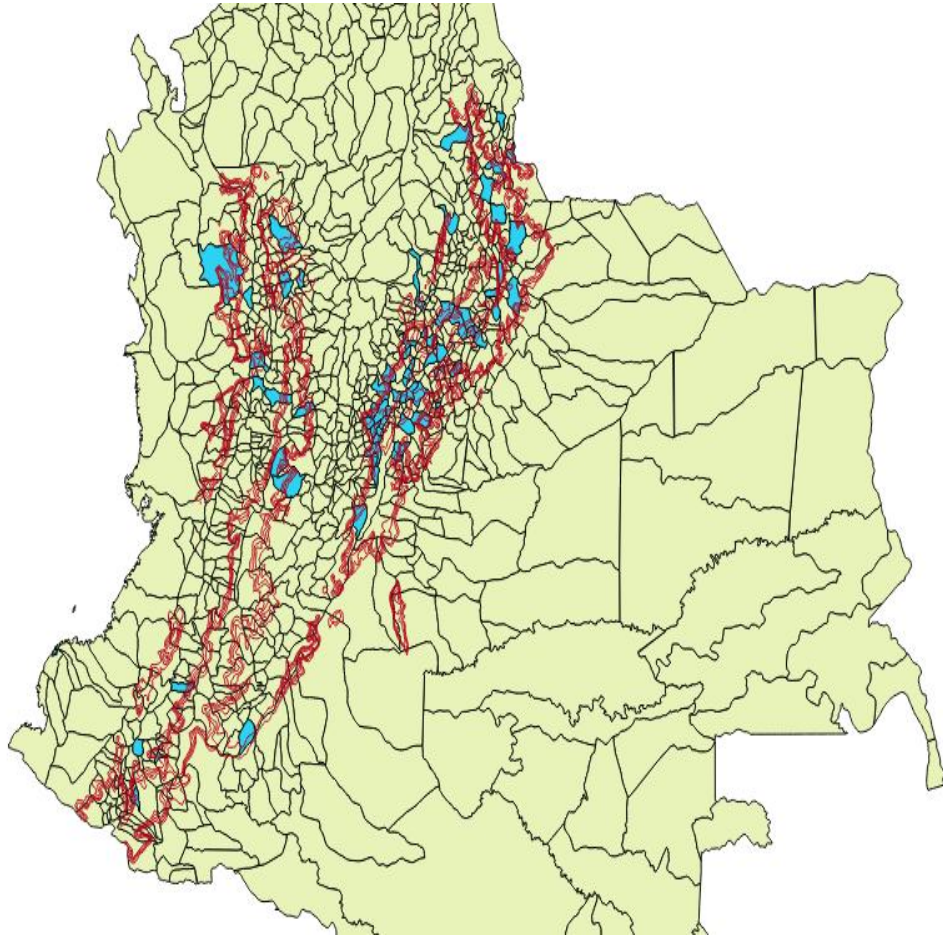


Ilustración 13 Mapa de Colombia con los municipios seleccionados con información y el relieve de 1800 a 2800 msnm

Capítulo 4 Cultivares potenciales de arándano para Colombia

Variedades potenciales de arándano

Las variedades de arándano que seleccionaron tiene algunas características que las hace óptimas para cultivarlas en Colombia ya que se tuvieron en cuenta las variedades que mejor se comportaban en producción como calidad de fruto entre otras características, pero lo más importante que fueran variedades que tuvieran una exigencia menos de 300 horas frío incluso menos ya que las demás variedades no podrían adaptarse por que la oferta ambiental en Colombia no da para poder cubrir esas necesidades de horas frío tan exigentes como de 500 o 1000 HF ya que aquí no existen estaciones si no que se cuenta con un relieve diverso con distinto tipos de pisos térmicos y muchas variedades de climas.

A continuación se explica cada variedad de forma sencilla con los aspectos a tener en cuenta para cada una, existen variedades donde ya se tiene un registro de su siembra y adaptación como lo es el caso de las variedades Biloxi y Sharpblue donde existen estudios donde se compararon algunas características como lo mencionan en un artículo donde mencionare las conclusiones de la investigación que tuvieron lugar en Guasca Cundinamarca, el cultivar Sharpblue presenta un mayor rendimiento acumulado en los 36 meses de edad, las plantas, así como los valores más altos de TSS, por lo que es un cultivar prometedora en las condiciones y el calendario de este estudio. Los frutos de los cultivares de Biloxi y Sharpblue presentan un comportamiento similar en cuanto al peso individual y el diámetro de los frutos y la firmeza. Las plantas de ambas edades de cultivo El 'Sharpblue' demostraron una mayor tendencia a concentrar la producción en picos de cosecha que eran más definido y de una magnitud mayor en comparación con 'Biloxi'. El rendimiento de la cosecha y la calidad de los frutos cosechados en los dos cultivares bajo las condiciones de este estudio presenta características de consumo en la madurez que les permitan ser competitivos en los mercados internacionales. Para estudios posteriores,

se recomienda que se observan rendimientos de los cultivos durante periodos de tiempo más largos, la evaluación de las plantas que están cerca de la edad de máxima producción, según lo informado en la literatura, entre 5 y 8 años, y cuantificar el efecto de iniciar fruta temprana la producción de arbustos pequeños, tales como 20 meses de edad, arbustos, puede tener en la vida productiva de las plantas en el largo plazo. Del mismo modo, la evaluación de otros cultivares de arándanos se sugiere, especialmente aquellos considerados como los cultivares del sur, a fin de registrar el comportamiento de estos materiales en diferentes lugares de Colombia. (CORTÉS, MESA, GRIJALBA, & PÉREZ, 2016)

Materiales con cualidades para ser utilizados en fitomejoramiento

El arándano tiene una alta adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales, debido a los procesos de cruzamiento de diferentes especies, dando como resultado cultivares con altos, medios o bajos requerimientos de horas frío, posibilitando la implementación de cultivos en varias regiones del mundo (GARCÍA RUBIO & GARCIA GONZALES DE LENA, 2014)

Vaccinium consanguineum

Es una especie del género *Vaccinium* nativa de las zonas montañosas de Costa Rica y el oeste de Panamá a altitudes de 2100 a 3100 msnm. En Costa Rica se encuentra en la cordillera de Talamanca y la cordillera Volcánica Central. (INBIO, S.F.) Son árboles o arbustos de (0,5) 1,0 a 3,0 (10,0) m; sus tallos son de puberulentos a glabrados o glabros con la edad. Tiene hojas de angostas a anchamente elípticas, ocasionalmente oblongas, de (1,0) 1,5 a 3,0 (4,6) por 0,5 a 1,2 (1,8) cm, son agudas basalmente, gradualmente agudas en el ápice, de serruladas a crenado-serradas marginalmente, glabras o glabradas y puberulentas a lo largo del nervio central en el envés, pinnadamente nervadas; el pecíolo es de 1,5 a 3,0 mm. Tiene inflorescencias racemosas, con varias flores; el raquis es de 1 a 4 cm; el pedicelo es de 1 a 2 mm, está articulado con el cáliz; las flores tienen el hipanto de 1,0 a 1,6 mm, glabro, con lóbulos de 0,8 a 1,5 mm, apicalmente ciliado o glabro; la corola es cilíndrica y de 5,0 a 7,5 mm, glabra exteriormente y blanca con tintes rosados o rojizos algunas veces; tecas con dos espolones apicales; los túbulos de 1,2 a 1,8 mm. El fruto es globoso y de 5 a 6 mm de

diámetro, glabro, rojizo a negro púrpura al madurar. Floración se ha reportado entre agosto y abril. (INBIO, S.F.)

Vaccinium meridionale

El agraz silvestre (*Vaccinium meridionale*), llamado también mortiño, camueza o vichacha en algunos lugares donde se cultiva. (UN, Arranca la propagación del agraz, 2011). Es una planta de la familia Ericácea de los arándanos. Conocida como fruta del bosque, considerada antes como un matorral, el agraz ahora es estimado por los valores antioxidantes de su fruto, dados sus altos contenidos de antocianinas. (UN, 2009).

Es un arbusto que puede medir desde 1,50 hasta 7 m de altura. Las hojas son simples, alternas, de forma elíptica a oval, coriáceas, con ápice agudo levemente apiculado, base cuneada y margen crenado. Las flores son tetrámeras o a veces pentámeras, con corola blanca o manchada de rosado o rojo. La inflorescencia es en racimo, produciendo de 10 a 15 flores por racimo. Los frutos son bayas redondas, de aproximadamente 1,2 cm de diámetro, color verde en la etapa de crecimiento y rojo oscuro vino tinto (dando la apariencia de negro o violeta) cuando alcanza su madurez y sabor ácido. (RUIZ, 2011) (CASTAÑEDA & IVONNE, 2006). Se siembra en parcelas a distancias de 3x2 metros no modificando su hábitat ya que es una especie silvestre. La mejor propagación se realiza con plántulas de yemas radicales de bejucos viejos. A medida que los hábitats naturales desaparecen, hay una tendencia de cultivar especies silvestres vegetales en bancos de semillas. (NEIRA, 2011). Cuando se propaga por semillas, las plántulas pueden trasplantarse al año y medio; cuando se usan estacas se puede hacer el trasplante a los seis meses y mediante enraizamiento de ramas o acodos a los siete meses. (UN, 2011) La vida productiva de las plantas puede prolongarse hasta por ocho décadas, con dos cosechas de frutos por año. (RUIZ, 2011)

Vaccinium reticulatum

Es una especie de planta con flores en el brezo de la familia, Ericácea, que es endémica de Hawái. Crece a altitudes de 640-3,700 m (2,100-12,140 pies) a través de lava flujos y recién perturbado ceniza volcánica en Maui y Hawái' i, y con menos frecuencia en Kaua' i, O' ahu, y moloka 'i. Las adaptaciones al volcánica actividad incluyen la capacidad de sobrevivir caídas de ceniza de más de 25 cm (9,8 pulgadas) de profundidad. (SPECIESGLOBAL, S.F.)

Otros nombres 'Ohelo,' ohelo 'ai (trad. "Comestible` ohelo "). Esta especie se encuentra en los flujos de lava, dunas de ceniza y camas de cemento o en sitios expuestos, tales como matorrales alpinos o subalpinos. Es menos común en las comunidades de plantas maduras o estables, tales como pastizales, bosques húmedos o pantanos. Estos se trata de plantas muy visibles porque son a menudo tienen racimos de frutos rojos brillantes. Las mismas plantas son a menudo arbustos cortos con brotes aéreos que están rígidamente erecto. Las plantas varían desde 10 a 130 cm de altura (200 cm de altura, alcanzando en ocasiones). Las hojas se extienden de 1 a 3 cm de largo y de ancho y son persistentes, que varían en forma desde ovadas a obovadas (raramente elíptica). Las hojas más viejas son generalmente de color verde mate. Las hojas nuevas, que crecen en las puntas de los tallos, pueden ser de color rojo brillante. Los colores de las flores varían de color rosa, rojo, amarillo y amarillo con rayas rojas de color verde amarillento. La corola es similar a una urna para cilíndrica, de 8 a 12 m de largo. Las flores a menudo se cuelgan en lo que parecen ser grupos. Flores y frutas durante todo el año, con la temporada alta de floración de abril a septiembre. Temporada de la baya del pico es de junio a septiembre (HAWAIIBOTANY, S.F.)

Clasificación de cultivares

Cultivares con requerimientos menos a 300 HF:

- Biloxi
- Emerald
- Jewel
- Springwide
- Snowchaser
- Sebring
- Sharpblue

Tabla 6 Cultivares con menos de 300 HF con sus características

Material	HF	Tamaño Fruta	Origen	Primera Cosecha (en sus lugares de origen)
Biloxi	150	Mediano	Mississippi, EE.UU	Diciembre A Enero Y Producción Principal Febrero A Marzo
Emerald	250	Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 22 De Abril
Jewel	250	Grande	Florida, EE.UU	-
Springwide	200	Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 22 De Abril
Snowchaser	200	Medio	Florida, EE.UU	Alrededor Del 5 De Abril
Sebring	200	Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 1 De Mayo
Sharpblue	250	-	Florida, EE.UU	-

- Los lugares donde se presenta la primera cosecha son en los lugares donde se desarrollaron, ya que las temporadas de floración y la maduración pueden variar, dependiendo del año y la ubicación. (NESMITH, 2006) (SMOLARZ, 2006) (HUMMER, ZEE, STRAUSS, KEITH, & NISHIJIMA, 2007)

Biloxy

Es una variedad que originalmente fue desarrollada en Mississippi, EE.UU para uso en el sureste del país. No obstante, ha llegado a ser la variedad principal para uso en zonas “no-chill”, área de producción “Evergreen” en México Central y Perú. Las principales características de Biloxi las cuales la hacen la variedad ideal para “no-chill” son sus hojas fuertemente perennes, floración y poco desgarro en la cicatriz al momento de cosechar.

Biloxi es extremadamente vigorosa y produce bastante rendimiento incluso en “bloques sólidos” sin otras variedades- con tal que haya suficientes abejas para asegurar una buena polinización. Los frutos de Biloxi se caracterizan por ser de calibre mediano, color azul medio, buena firmeza y un sabor dulce. Uno de los desafíos principales con Biloxi es que el calibre de la fruta se disminuye cuando las condiciones, o polinización, no son adecuadas. Se recomienda plantar Biloxi en proyectos comerciales en las zonas “no-chill” de México Central y Perú. (FALLCREEKNURSERY, 2015)

Aspectos Técnicos

- Primera cosecha diciembre a enero y producción principal febrero a marzo
- Requiere buena polinización para fruta de calibre y calidad adecuada
- Exposición al sol : Completo / Medio
- El drenaje del suelo : bien drenado
- Resistente a : algunos Insectos, algunas enfermedad, moho y calor
- Flor del color : Blanco
- Follaje de color : Azul Verde
- Promedio Altura : 12,7 a 15,24 cm
- Anchura media : 7,62 a 10,16 cm
- Atrae fauna, atención visual, pájaros cantantes / Aves
- Fragancias : Ninguno

Se recomienda para un bajo o ningún zonas frías (<150 horas), es una de las más temprana maduración arándanos arbusto sureño, y produce fruta de tamaño medio que es de color azul claro, muy firme, y tiene una pequeña cicatriz del pedúnculo. Biloxi tiene un sabor maravilloso, distinto, y se observa como una de las mejores variedades de arbusto sureño. (GARDENERDIRECTPLANTS, 2016)

Emerald

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requerimiento de enfriamiento: 250 HF

Hábito de crecimiento: vertical a semi-esparcido

Primera Cosecha: Alrededor del 22 de abril, cerca de Gainesville, FL

Descripción: 'Emerald' es una planta vigorosa y de alto rendimiento. Junto con 'Jewel', es una de las principales variedades que se plantan en el centro de la Florida para la cosecha temprana. Las bayas son grandes y tienen buenas calidades de envío. (USA Patente nº US PP12,165 P2, 1991)

Jewel

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requisito de enfriamiento: 250 horas

Hábito de crecimiento: semi-erguido, algo extendido

Primera Cosecha: Alrededor del 15 de abril, cerca de Gainesville, FL

Descripción: Muy popular en Florida central para plantar con 'Emerald'. Produce un alto rendimiento de bayas grandes y redondas que tienen buenas calidades de embalaje y envío. (USA Patente nº US PP11,807 P2, 1988)

Springwide

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requisito de enfriamiento: 200 horas

Hábito de crecimiento: Entre el derecho y la extensión

Primera Cosecha: Alrededor del 22 de abril, en Gainesville, FL (USA Patente nº US PP16,333 P3, 1984)

Snowchaser

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Medio

Requisito de enfriamiento: 100-200 horas

Hábito de crecimiento: Un poco extendido

Primera Cosecha: Alrededor del 5 de abril, cerca de Gainesville, FL

Descripción: 'Snowchaser' madura hasta 20 días antes que 'Star', pero flores muy temprano y requiere protección contra heladas. Es muy vigoroso pero susceptible al tizón del tallo. Las bayas son de tamaño mediano, azul claro, con buena cicatriz y firmeza. 'Snowchaser' es una variedad de especialidad para los mercados muy temprano. (USA Patente nº U.S PP 19,503, 1995)

Sebring

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requisito de enfriamiento: 200 horas

Hábito de crecimiento: vertical

Primera Cosecha: Alrededor del 1 de mayo, cerca de Gainesville, FL (USA Patente nº US PP13,683 P2 , 1983)

Sharpblue

Sharpblue es el principal y más adaptable variedad arbusto sureño en zonas frías bajas en todo el mundo. Este arbusto vigoroso puede crecer hasta más de seis pies de sitios óptimos. En las zonas más suaves con 150-250 horas de frío. Es una de las variedades más sembradas en Florida, Estados Unidos.

Caducifolio / árbol de hoja perenne: hoja caduca

Crecimiento: Moderado

Tamaño medio de paisaje: 5 a 6 pies de alto y ancho

Riego: Las necesidades de riego regular - por semana, o más a menudo en el calor extremo.

Necesidades de luz solar: A pleno sol

Polinizador: Polinizar con otro tipo 1 variedad Highbush Sur

Cultivares con requerimientos entre 300 – 600 HF:

- O’neal
- Misty
- Star
- Abundace
- Springhigh
- Santa Fe
- Sapphire
- Suziblue

Tabla 7 Cultivares entre 300 – 600 HF con sus características

Material	Hf	Tamaño Fruta	Origen	Primera Cosecha
O’neal	400	Muy Grande	Norte De Carolina, EE.UU	Principios De Mayo
Misty	300	Grande	Florida, EE.UU	2 De Mayo
Star	400	Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 1 De Mayo
Abundace	300	Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 30 De Abril
Springhigh	300	Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 16 De Abril
Santa Fe	400	Mediano A Grande	Florida, EE.UU.	Alrededor Del 3 De Mayo
Sapphire	400	Mediano A Grande	Florida, EE.UU	Alrededor Del 1 De Mayo
Suziblue	400	-	Georgia, EE.UU	-

O'Neal

'Wolcott' X Fla. 64 - 15. 1987

Bush: Vigoroso, semi-erguido, periodo de floración prolongado.

Fruta: Muy grande, azul mediano, muy firme, cicatriz pequeña sabor excelente

Resistencia: tolerante a algunos tumores del tallo

Notas: Susceptibles al tizón del tallo. Requiere al menos 400-500 horas de enfriamiento. Florece temprano y es susceptible a las heladas. Período de floración extendida en el sureste de Carolina del Norte. Madura a principios de mayo en Georgia del Sur. (GOUG, 1994)

Misty

Fla 67-1 (E-30 ['Berkeley' X 'Earliblue'] X Fla 61-7) X 'Avonblue'. 1989

Bush: Corona alta, erguida, pequeña.

Fruto: Atractivo, azul claro, grande, firme, pequeña cicatriz.

Notas: Bueno para las áreas de bajo-frío; Requiere 150 horas de enfriamiento. Buen polinizador para 'Sharpblue'. Susceptible a la niebla del tallo. Maduras 2 de mayo en Gainesville, Florida (GOUG, 1994)

Star

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requisito de enfriamiento: 400 horas

Hábito de crecimiento: moderadamente erguido

Primera Cosecha: Alrededor del 1 de mayo, en Gainesville, FL

Descripción: 'Estrella' florece tarde y madura temprano. El arbusto es fuerte, erguido, sobrevive bien, y es fácil de podar. La baya es grande, firme, tiene una buena cicatriz de recogida, y es excelente para el transporte de larga distancia. La "estrella" se puede cosechar rápidamente porque las bayas están en racimos flojos y maduran durante un

período corto. El sabor y el color son buenos. Una de las variedades más populares en Florida y Georgia. (USA Patente nº U.S. PP 10,675, 1981)

Abundance

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requisito de enfriamiento: 300 horas

Hábito de crecimiento: Vertical desde una base estrecha

Primera Cosecha: Alrededor del 30 de abril, cerca de Gainesville, FL

Descripción: Una variedad vigorosa y de alto rendimiento. La fruta es grande y firme con buen color, sabor y cicatriz. Comienza a madurar unos días después de Star. Fácil de polinizar. (USA Patente nº U.S. PP1 6,476, 1993)

Springhigh

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Grande

Requisito de enfriamiento: 200-300 horas

Hábito de crecimiento: vertical

Primera Cosecha: Alrededor del 16 de abril, en Gainesville, FL

Descripción: 'Springhigh' es un arbusto muy vigoroso y erguido con excelente supervivencia en el campo. Se madura unos 9 días antes que Star. Las bayas son muy grandes y oscuras, con buenas. (USA Patente nº U.S. PP 16,404, 1993)

Santa Fe

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: Medio a grande

Requisito de enfriamiento: 400 horas

Hábito de crecimiento: vertical; Forma una corona estrecha

Primera Cosecha: Alrededor del 3 de mayo, cerca de Gainesville, FL

Descripción: 'Santa Fe' es un arbusto vigoroso y erguido. Las bayas son de tamaño mediano, con excelente sabor y calidades de envío. 'Santa Fe' tiene el potencial para la cosecha mecánica. (USA Patente nº U.S. PP 10,788, 1975)

Sapphire

Arándano variedad Southern Highbush

Tamaño de la fruta: De mediano a grande

Requisito de enfriamiento: 400 horas

Hábito de crecimiento: vertical; Forma una corona estrecha (USA Patente nº U.S. PP 11,829, 2001)

Suziblue

Temporada: muy temprana

Cualidades: Firme, Azul Medio, Sabor Suave

Hábito: Vigor Medio, Redondeado

Enfriamiento: estimado 300 horas

Suziblue es una variedad madura temprana, recientemente lanzada de la Universidad de Georgia. Es notable por sus altos rendimientos (ligeramente más altos que Star), fácil y aspecto uniforme. El racimo puede ser potencialmente apretado así que recomendamos coger temprano para guardar la fruta de ser deformada. Recomendamos Suziblue para ensayos comerciales en California y otras áreas donde Star o Springhigh se cultivan. (USA Patente nº U.S. PP 21,167 P2, 2002).

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

En el altiplano cundiboyasense que presenta un régimen de lluvias bimodal es más favorables los cultivares con requerimientos menores de horas frío como las clasificadas menores de 300 HF.

Los análisis que se hicieron con el relieve de 1800 a 2800 msnm seleccionaron muchos lugares los cuales no se nombraron por falta de información, a pesar de esto no todo lo seleccionado en el mapa es recomendado, ya que el análisis solo tiene en cuenta la intersección del relieve con los municipios pudiendo algunos presentar una parte muy pequeña con esta característica descartándolo como una posibilidad.

En el mapa donde se selecciona municipios por ser intersectados por el relieve de 1800 a 2800 msnm no se tuvo en cuenta las zonas que no son aptas para el uso agrícola como lo son los parques naturales, reservas y paramos.

Colombia cuenta dos ventanas de oportunidades de exportación de arándano en los meses de Febrero Marzo, abril y septiembre, octubre, noviembre donde Estados Unidos como mayor consumidor no está en producción.

Las variedades de arándano recomendadas se tuvieron en cuenta sus requerimientos de bajas horas frío y su origen siendo todas del sur de Estados Unidos como Florida y Georgia

Recomendaciones

En climas donde la precipitación es muy alta se recomienda el uso de invernaderos ya que el arándano no tolera los suelos encharcados.

Las variedades recomendadas de arándano no toleran las heladas pero se pueden establecer en los lugares donde se presente con manejos agronómicos.

Bibliografía

- AFANADOR, L. (2015). Negocio Arandanos Colombia. Proplantas.com.
- BOWEN, D. (1986). Análisis agroclimático de Chile como productor potencial de arándanos o blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) y arándanos o cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) y sus posibilidades en el mercado externo. Tesis. Universidad de Chile. Escuela.
- BOWLING, B. (2000). The berry grower's companion. Oregon: Timber Press, 2000. 284p.
- CABALLERO CARVAJAL, J. D. (2015). Crecimiento y desarrollo vegetativo de dos cultivares de arándanos (Biloxi y Sharpblue) en la Sabana de Bogotá. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.
- CAMPOY, J., RUIZ, D., COOK, N., ALLDERMAN, L., & EGEE, J. (2011). Clinal variation of dormancy progression in apricot. *South Afr. J. Bot.* 77:618-630.
- CARRERA, J. (2012). Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándanos en Asturias. Nuevos horizontes. Tecnología agroalimentaria.oviedo. N° 9. Pag. 09-15.
- CASTAÑEDA, R., & IVONNE, M. (2006). Caracterización y divulgación del conocimiento de poblaciones de (*Vaccinium meridionales*) mortiño, presentes en los bosques alto andinos de la jurisdicción de Corantioquia. Segunda fase. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- CEF. (2006). Colombia podrá exportar arándano ("Blueberry") y agraz hacia los Estados Unidos N° 11.ICA.
- CORTÉS, R., MESA, T., GRIJALBA, R., & PÉREZ, T. (2016). Rendimiento y calidad de frutos de los cultivares de arándano Biloxi y Sharpblue en Guasca, Colombia ISSN 0120-9965.
- COSTA, G., & RAMINA, A. (2014). Temperate Fruit Species En Dixon, G. R.; Aldous, D. E. Horticulture: Plants for People and Places. Production Horticulture. Dordrecht: Springer (Vol. 1).

- DARNELL, R., STUTTRE, G., MARTIN, G., LANG, G., & EARLY, J. (1992). Developmental physiology of rabbiteye blueberry. *Horticultural Reviews* 13: 339-405.
- FABIANI, A., MARTINEZ, C., & CARLAZARA, G. (2001). Cultivo del arandano en la zona del río Uruguay. *IDIA XXI*.
- FALLCREEKNURSERY. (2015). Fall creek variety sheet biloxi. Obtenido de http://www.fallcreeknursery.com/assets/uploads/documents/FALL_CREEK_Variety_sheet_BILOXI_ESP_MEXICO_2015_ABRIL_HR.pdf
- FAO, A. d. (6 de febrero de 2016). El agro: una oportunidad de oro. págs. <http://www.semana.com/economia/articulo/colombia-potencia-alimentaria-y-agricola/459490>.
- FAOSTAT. (Consulta 2 de Noviembre 2016). Consulta estadísticas de producción y áreas cultivadas de arándano.
- FIGUEROA. (2005). Estudio de factibilidad de la producción de arándano en Catamarca.
- GARCÉS, C. (14 de mayo de 2012). Así se maneja la carga en Eldorado. Bogota: EL TIEMPO Casa Editorial.
- GARCÍA RUBIO, J. (2010). Variedades del arándano. Obtenido de <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5193>
- GARCÍA RUBIO, J. C., & GARCIA GONZALES DE LENA, G. (2014). Ceder Navia-Poricia. Obtenido de Orientaciones para el cultivo de arandano: http://www.naviaporcia.com/images/documentos/documento_173.pdf
- GARCIA, J., CIORDIA, A., & GARCIA, G. (2007). El cultivo de arándano. Ed. KRK.
- GARCIA, R. J. (2011). El cultivo de aradano en asturias. Obtenido de Área de Experimentación y Demostración Agroforestal. jcgarcia@serida.org: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=4815>
- GARDENERDIRECTPLANTS. (2016). Biloxi Southern Highbush Blueberry.
- GARIGLIO, N., DOVIS, V., LEVA, P., GARCÍA, M., & BOUZO, C. (2006). Acumulación de horas de frío en la zona centro oeste centro-oeste de Santa Fe (Argentina) para frutales caducifolios. *Hort. Argent.* 25(58):26- 32. .

- GARIGLIO, N., PILATTI, R., & FONFRÍA, M. (2007). Requerimiento ecofisiológicos de los árboles frutales. En: Sozzi, G.O. (ed). Árboles frutales: Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Ed. Fac. Agronomía, U. Buenos Aires, Buenos Aires. p.41-82.
- GIL-ALBERT, F. (1992). Tratado de arboricultura frutal. Vol. II. La ecología del árbol frutal. Ediciones MundiPrensa, Madrid. 207p.
- GONZALES, A. (S.F.). Análisis De La Industria Del Arándano. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39075.pdf>
- GONZALES, C. (2013). Alternativas para el cultivo de arándanos, Oficina de estudios y políticas agrarias, Gobierno de Chile.
- GOUG, R. E. (1994). The Highbush Blueberry and Its Management. New York: The Haworth Press Inc.
- GUTIÉRREZ, C. (2014). Blueberries of the world 2014. International special edition.
- HAWAIIBOTANY. (S.F.). Plantas del Parque Nacional de los Volcanes de Hawaii. Obtenido de <http://www.botany.hawaii.edu/faculty/bridges/bigisland/species/vacret.htm>
- HIGHBUSHBLUEBERRYCOUNCIL. (2013). Keeping a head of the “blue wave”. Efforts needed to build demand to meet future supply. Obtenido de <http://www.blueberry.org/publications/bluespapers/2013/bluespaper-march%202013.pdf>
- HUMMER, K., ZEE, F., STRAUSS, A., KEITH, L., & NISHIJIMA, W. (2007). Evergreen production of Southern highbush blueberries in Hawaii. Journal of the American Pomological Society, v.61, p.188-195 .
- ICA, I. C. (2006). Colombia podrá exportar arándano (“Blueberry”) y agraz hacia los EE.UU. Boletín Informativo No. 11. Centro de Excelencia Fitosanitaria. Bogota. Obtenido de Bogota.
- IDEAM. (S. F.). ATLAS CLIMATICO.
- INBIO, I. n. (S.F.). *Vaccinium consanguineum* Klotzsch .
- LEGIS. (2013). Inteligencia de mercados/ Exportación de frutas exóticas colombianas. Obtenido de

<http://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/exportaciones-estudio-frutas-exoticas.pdf>

LYRENE, P. M. (1975). USA Patente nº U.S. PP 10,788.

LYRENE, P. M. (1981). USA Patente nº U.S. PP 10,675.

LYRENE, P. M. (1983). USA Patente nº US PP13,683 P2 .

LYRENE, P. M. (1984). USA Patente nº US PP16,333 P3.

LYRENE, P. M. (1988). USA Patente nº US PP11,807 P2.

LYRENE, P. M. (1991). USA Patente nº US PP12,165 P2.

LYRENE, P. M. (1993). USA Patente nº U.S. PP 16,404.

LYRENE, P. M. (1993). USA Patente nº U.S. PP1 6,476.

LYRENE, P. M. (1995). USA Patente nº U.S PP 19,503.

LYRENE, P. M. (2001). USA Patente nº U.S. PP 11,829.

MANAGEMENT, D. A. (2013). An analysis of the supply and demand fundamentals that underscore the global blueberry market, and an exploration of the potential market size.

MELGAREJO, P., MARTÍNEZ, V., GUILLAMÓN, J., MIRO, M., & AMORÓS, A. (1997). Phenological stages of the pomegranate tree (*Punica granatum* L.). *Ann. Appl. Biol.* 130:135-140.

MEYER, H., & PRINSLOO, N. (2003). Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. *Small Fruits Review* 2:3-21.

MINCIT, M. d. (2006). TLC. Obtenido de <http://www.tlc.gov.co>

MUÑOZ, C. (10 de Marzo de 2015). Arandano: antecedentes generales. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR06972.pdf>

NEIRA, A. C. (2011). 37. El mortiño o agraz, una de las frutas con mayor potencial antioxidante - una investigación de la universidad nacional de colombia, seccional medellín. Obtenido de <http://renaceryvida.blogspot.com.co/2011/04/el-mortino-o-agraz-una-de-las-frutas.html>

- NESMITH. (2006). Fruit development period of several rabbiteye blueberry cultivars. *Acta Horticulturae*, v.715, p.137-142.
- NESMITH, D. S. (2002). USA Patente nº U.S. PP 21,167 P2.
- PALACIO, P. A. (20 de Agosto de 2015). Sector hortifrutícola de Colombia está inexplorado pero tiene potencial. (SANTOS, & SULLY, Entrevistadores) Obtenido de <http://www.contextoganadero.com>
- PANNUNZIO, A., VILELLA, F., TEXEIRA, P., & PREMUIK, Z. (2011). Impacto de los sistemas de riego por goteo en arándanos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental agriambi*. 15 (1), 3-8. .
- RCONSULTINGS.A. (2013). Situación mundial de los arándanos frescos y procesados y perspectivas próxima temporada 2013/2014. Peru.
- REAL, J. (1987). Estimating chill units at low latitudes. *HortScience*. 22(6):1227-1231. .
- RICHARDSON, E., SEELEY, S., & WALKER, D. (1974). A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peaches. *HortScience*. 9:331-332.
- RIVEDENEIRA, M., & G, C. (2011). Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos, Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.
- RUIZ, P. G. (2011). Mortino, fruta promisorio para la salud y la economía del país Edición: UN Periódico Impreso No. 145. Obtenido de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/mortino-fruta-promisorio-para-la-salud-y-la-economia-del-pais.html>
- SMOLARZ, K. (2006). Evaluation of four blueberry cultivars growing in Central Poland. *Acta Horticulturae*, v.715, p.81-84.
- SOZZI, G. O. (2008). Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. 1ª reimpression. Buenos Aires: Facultad de Agronomía. p. 53.
- SPECIESGLOBAL. (S.F.). *Vaccinium reticulatum* (ohelo 'ai). Obtenido de <http://globalspecies.org/ntaxa/852129>
- STRIK, B. (2008). Growing blueberries in your home garden, Oregon State University.

- UN, A. D. (9 de Marzo de 2009). El mortiño, una de las frutas con mayor potencial antioxidante. Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/el-mortino-una-de-las-frutas-con-mayor-potencial-antioxidante.html>
- UN, A. D. (18 de OCTUBRE de 2011). Arranca la propagación del agraz. Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/arranca-la-propagacion-del-agraz.html>
- UNDURRAGA, P., & VARGAS, S. (2013). Manual del arándano. Obtenido de Instituto de investigaciones agropecuarias Chillan Chile: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39094.pdf>
- URRUTIA, G., & BUZETA., A. (1992). Caracterización de variedades y propagación. Mercado y cultivo de berries, Fundación Chile, pp. 1-16.
- USDA, N. A. (2012). Noncitrus Fruits and Nuts 2011 Preliminary Summary. Obtenido de <http://www.nass.usda.gov/>
- VALDENEGRO MACÍAS, E. P. (2007). Plan de negocios para empresa productora y comercializadora de arándanos - universidad de Chile facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería industrial.
- VALENZUELA, J. (1988). Requerimientos agroclimáticos de las especies de arándano; Instituto de investigaciones agropecuarias. Seminario: El cultivo del arándano. Estación Experimental Carillanca; Temuco Chile. 30 de Noviembre y 1 y 2 de Diciembre de 1988. .
- WESTWOOD, M. (1993). Temperate-zone pomology. Timber Press, Portland, ME. 523p. .