

**Estudio de Viabilidad Edafoclimática para la Producción de Arándanos (*Vaccinium*
Myrtillus) en Dagua-Colombia**

Elvia Anyi Muñoz Cabal

Universidad Nacional Abierta Y A Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Programa de Agronomía

Ingeniera: Sandra Patricia Montenegro Gómez

Dagua, Colombia

Mayo de 2024

Resumen

Dagua es un municipio caracterizado por su extensión territorial, la vocación agrícola de sus pobladores y la diversidad de sus climas, el municipio presenta a nivel departamental una alta oferta de frutas y verduras, este factor y su población mayormente campesina constituyen la base de su economía. La producción de alimentos ya sean para su consumo en fresco o procesados es un campo mutable y en constante crecimiento, la implementación de planes, estrategias y proyectos permiten la diversificación, el crecimiento y la conservación de los sistemas de producción, este es el caso del arándano, el cual en la última década ha conseguido la ampliación en sus áreas de siembra, el aumentado de su demanda en el mercado y ha destacado su posicionamiento y diversificación en el mismo.

Mediante la exploración y la compilación de datos de diferentes fuentes se obtiene información necesaria para conocer acerca de la especie de *Vaccinium Myrtillus* y sus requerimientos, así como las condiciones Edafoclimáticas que presenta el municipio de Dagua y finalmente las posibilidades de adaptación de este cultivo en el municipio.

Como resultado, se reúnen y se proponen una conjunción de áreas o zonas dentro del territorio municipal que de acuerdo con sus características climáticas y de suelo permitan el establecimiento asertivo de este cultivo en la región.

Palabras claves: clima, suelo, adaptabilidad, arándano, cultivo, especie, *Vaccinium spp*, adaptabilidad.

Abstract

Dagua is a municipality characterized by its territorial extension, the agricultural vocation of their inhabitants and the diversity of its climates, the municipality presents at the departmental level a high supply of fruits and vegetables, this factor and its mostly peasant population constitute the basis of its economy. The production of food, whether for fresh or processed consumption, is a mutable and constantly growing field. The implementation of plans, strategies and projects allow the diversification, growth and conservation of production systems, this is the case of the blueberry, which in the last decade has achieved the expansion of its planting areas, the increase in its demand in the market and has highlighted its positioning and diversification in the same.

Through the exploration and compilation of data from different sources, the necessary information is obtained to know about the species of *Vaccinium Myrtillus* and its requirements, as well as the edafoclimatic conditions that the municipality of Dagua presents and finally the possibilities of adaptation of this crop in the municipality.

As a result, a combination of areas or zones within the municipal territory are met and proposed that, according to their climatic and soil characteristics, allow the assertive establishment of this crop in the region.

Keywords: soil, climate, adaptability, blueberry, cultivation, species, *Vaccinium spp*, adaptability.

Índice

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice.....	4
Introducción	7
Arándano (<i>Vaccinium Myrtillus</i>)	8
Origen.....	8
Taxonomía.....	9
Características Morfológicas.....	9
Raíz.....	10
Tallos.....	2
Hojas	2
Flor.....	2
Fruto.....	3
Propiedades y Beneficios	3
Generalidades del Cultivo de arándanos.....	6
Requerimientos Edafoclimáticos.....	6
Clima	7
Suelo	10

Agua.....	11
Manejo Agronómico	12
Selección del Material	13
Clasificación de las Especies.....	14
Clasificación de las Variedades Según Requerimientos de Horas Frío (H.F).....	16
Recomendaciones para la Selección de la Variedad	16
Preparación del Terreno.....	18
Marco de la Plantación	18
Sistema de Riego	24
Siembra.....	25
Manejo Nutricional.....	26
Plagas y Enfermedades.....	31
Irrigación	38
Podas.....	42
Cosecha.....	45
Poscosecha.....	49
Municipio de Dagua, Valle del Cauca	50
Características Edafoclimáticas.....	53
Clima	54
Humedad Relativa (HR)	58

	6
Suelo	58
Agricultura	59
Unidades de Zonificación Agroecológica	60
Comercialización	62
Estado del Arándano en el Mundo	62
Países Productores de Arándanos	63
Países Exportadores de Arándanos.....	65
Países Importadores de Arándanos.....	66
Países Según Rendimientos en la Producción de Arándanos	66
Estado de Producción del Arándano en Colombia y Valle del Cauca	67
Area y Produccion de Arándanos en Colombia.....	69
Area y Produccion de Arandanos – Principales Departamentos	70
Participación en Área Cosechada a Nivel Nacional – Principales Departamentos	71
Potencial Productivo de Colombia para el Cultivo de Arándanos	72
Potencial Productivo del Valle del Cauca para el Cultivo de Arándanos	77
Conclusiones	86
Bibliografía	89
Lista de Tablas	98
Lista de Figuras.....	100

Introducción

Colombia es un país que apenas ha iniciado a incursionar en el campo de la producción de arándanos, y aunque este cultivo se desarrolla en el país desde hace más de 2 décadas, sólo fue hasta finales del año 2019 que se empezó a desarrollar la producción desde la industrialización. (Miranda, D, et al. 2021). El país, así como el municipio de Dagua presentan gran variedad de ventajas competitivas al momento de la producción de frutas y verduras, estas ventajas se les otorgan gracias a sus bondades agroclimáticas, pues a lo ancho y largo de la región fácilmente se aprecian la diversidad en sus climas, suelos, recursos naturales y biodiversidad. El arándano por su parte, gracias a las propiedades vitamínicas, antioxidantes y curativas que contiene, que cada vez son más reconocidas a nivel mundial ha hecho que ganen reconocimiento en el mercado nacional e internacional, aunque su vocación en el país es principalmente para la exportación.

En Colombia, en solo 3 años el área establecida de arándanos se cuadruplicó, el país pasó de tener 130,6 ha sembradas en el 2017 (AGRONET, 2021) a más de 500 ha de arándano azul en el 2020 (Miranda, D, et al. 2021). Los principales departamentos que producen arándanos en el país son Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Valle del Cauca, el municipio de Dagua por su parte se caracteriza por la vocación de sus tierras y sus pobladores en el sector del agro, gracias a lo accidentada de su topografía este goza de gran variedad de climas. El presente documento contiene información precisa acerca de las características y requerimientos del arándano, así como las características de clima y suelo que se presentan el municipio con el fin de comparar y determinar el grado de adaptabilidad de la especie *Vaccinium Myrtillus* en el municipio de Dagua, Vale del Cauca.

Arándano (*Vaccinium Myrtillus*)

Origen

El arándano, también conocido como blueberry o mirtilo es un arbusto o en ocasiones un árbol que pertenece al género *Vaccinium* de la familia *Ericaceae* cuyo fruto es una baya que comercialmente es atractiva por sus propiedades organolépticas y nutraceuticas. Álvarez, (2018) señala que, de acuerdo con García, et al. (2007) el arándano pertenece a un amplio grupo de plantas provenientes principalmente de Norteamérica y Europa Central, también atribuye su origen a algunas regiones de América del Sur y África.

El género *Vaccinium* el cual está constituido por aproximadamente 908 especies descritas y 172 especies aceptadas (Cavero Valverde & Pastorelli Chang, 2020), contiene dos (2) subgéneros; el subgénero *Oxycoccus* dentro de los cuales se clasifican los arándanos rojos o cranberries, cuyas características morfológicas incluyen, vástagos delgados y rastreros no leñosos, con flores de pétalos inclinados; y el subgénero *Vaccinium* el cual es el grupo más grande y está constituido por veintiún (21) especies que se caracterizan por tener vástagos gruesos, erguidos y leñosos, con flores acampanadas. De acuerdo con Meléndez-Jácome, et al., (2021) *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium myrtillus* y *Vaccinium floribundum* son las tres (3) especies principales dentro del género *Vaccinium*, y entre las variedades con mayor adaptación y aceptación en el mercado se encuentran el Biloxi, Misty y Legacy; en especial el Biloxi es el de mayor aceptación, pues su producción es temprana y su sabor es considerado excelente. (Asenjo Zapata, 2021)

El (*Vaccinium myrtillus* L., 1753) o arándano silvestre se encuentra principalmente distribuido en Eurasia y Norteamérica, se clasifica como (arándano bajo), el cual corresponde a

la categoría de mayor extensión y cuyas características de crecimiento que incluyen áreas silvestres, zonas frías y suelos ácidos hacen que prospere en zonas de Norteamérica de donde es nativo. (Farfán Casallas H. I., 2016).

Taxonomía

Reino: Plantae

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Subfamilia: Vaccinioideae

Tribu: Vaccinieae

Género: *Vaccinium*

Especie:
Vaccinium myrtillus L.

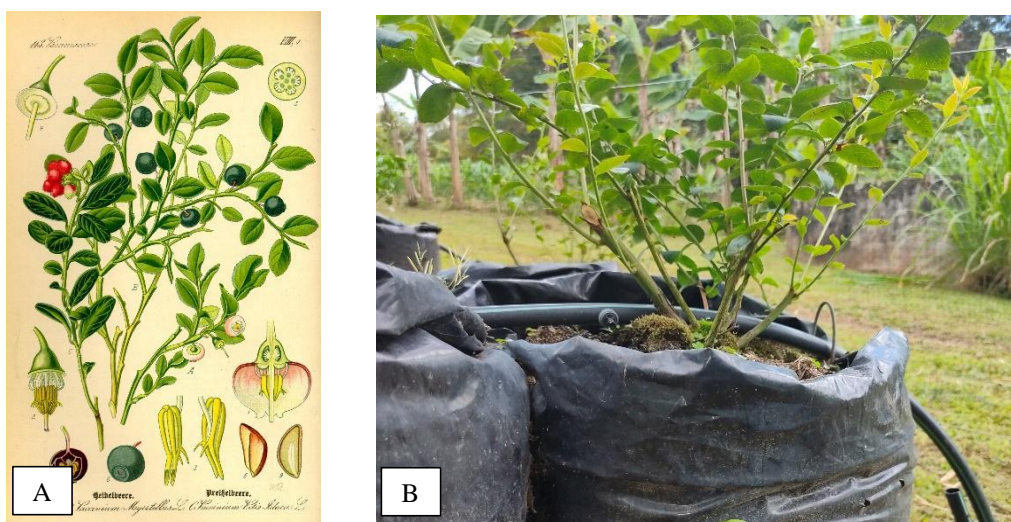
Características Morfológicas

El género *Vaccinium* corresponde a un frutal perenne que pertenece a la familia de los frutos del bosque, cuyas características contemplan su desarrollo de forma silvestre y su reproducción de manera vegetativa, (Meléndez-Jácome, et al., 2021); Es un arbusto leñoso caducifolio de porte bajo con múltiples ramas basitónicas, angulosas y rastreras de color verde que pueden llegar a alcanzar hasta los 2,5 metros, y sus bayas comprenden un diámetro entre 7 a 9 mm. (Asenjo Zapata, 2021). Debido a la similitud que guardaban las hojas y los frutos de esta

especie arbustiva con las del mirto, para el siglo XVI le fue acuñado el término *Myrtillus*, como diminutivo de *Myrtus* (pequeño Mirto). El *Vaccinium Myrtillus* es también conocido como arándano negro.

Figura 1

La Planta de Arándano (Vaccinium Myrtillus).



Nota: (A) Partes de una planta del género Vaccinium, (B) Porte de una planta de arándano. Tomado de, (A) Ecosostenible, 2022; elaboración propia, Dagua, (2022).

Raíz

Posee un sistema radicular reducido, fibroso y superficial que generalmente se encuentran desde el nivel del suelo y hasta 40 cm bajo este. La escasez de pelos absorbentes conlleva a que sean las raíces jóvenes las que se encarguen de la absorción, debido a este hecho es habitual encontrar deficiencias nutricionales (Álvarez, 2018).

Tallo

Presenta un pequeño tallo leñoso de crecimiento procumbente subterráneo (corona), recto, cuadrangular y muy ramificado, generalmente presenta cuatro costillas marcadas y son de color marrón-anaranjado o pardo que al madurar pueden tornarse de color grisáceo según la especie. (Infoagro, s.f.)

Hojas

Hojas caducifolias de formación simple cuyas hojas debido a su crecimiento alterno forman un zigzag a lo largo de las ramas, miden entre 20-30 mm por 15-18 mm, de forma ovalada o elíptica, aguda y levemente aserrada. (Gras & et al., 2018). Son de consistencia coriácea de peciolo corto con márgenes aserrados que poseen tricomas y su color es generalmente verde pálido o amarillento, y con el tiempo pueden cambiar a verde oscuro y rojo.

Flor

Las flores tienen una forma típica con una nariz invertida, y como todos los Ericaceae sus pétalos son soldados, (Ecosostenible, 2022) las flores crecen solitarias o en grupos de dos y se forman por pedúnculos revueltos de aproximadamente 5 mm. Cáliz acampanado de 2 mm. Corola con forma de orza casi cerrada y globosa de color blanco rosado o rojizo de 4-6 mm, y el Androceo está formado por diez estambres incluidos. Estilo externo (Gras & et al., 2018).

Fruto

El fruto es una baya esférica globosa comestible de agradable sabor agridulce que va de 5 -11 mm, según la variedad puede presentarse en colores morados, azules, y negros y tiene secreciones cerosas (Gras et al., 2018). Se caracteriza por su piel firme y pulpa jugosa que puede contener entre 5 y 100 semillas umbilicadas y rugosas al interior del endocarpio, estas pueden medir hasta 1,5 mm de largo (Torres Pérez, 2017). Dependiendo la variedad y las condiciones agroclimáticas el período desde la floración hasta la maduración de la fruta puede durar de 3-4 meses.

Propiedades y Beneficios

Comparado con otros frutos, el valor nutricional del arándano es muy alto, su amplio contenido de nutrientes lo convierte en una fruta cuyas características lo hacen muy deseable. La Food and Drug Administration (FDA), destaca de este fruto su bajo y nulo contenido de grasas, sodio y colesterol, y sus altos aportes en fibra, vitamina C y ácido hipúrico, sus características refrescantes, astringentes, diuréticos y de tónico. (Muñoz, 2005, como se citó en Carhuaricra Montes, 2012).

Una de sus principales características es la abundancia de pigmentos naturales de acción antioxidante (contenido de antocianos y carotenoides), estos neutralizan la acción de los radicales libres y por ende apoyan gran diversidad de efectos fisiológicos, antiinflamatorios y antibacterianos, así como también favorecer la disminución en la probabilidad de sufrir afecciones cardiovasculares, pues estas cualidades antioxidantes contribuyen en el aumento del HDL, más conocido como "colesterol bueno", Por otro lado, complementario a esta característica se encuentran sus altos contenidos de

vitamina C, lo cual sugiere que el consumo regular de este fruto potencialice el sistema inmunológico del organismo, de acuerdo con Kaiser, (2013) como se citó en Carhuaricra Montes, (2012), la vitamina C tiene se caracteriza por su capacidad para favorecer la absorción de hierro de los alimentos por lo que mejora o previene la anemia ferropénica y contribuye a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso el cáncer, este último beneficio se le atribuye gracias a sus altos contenidos de “quercetin” famoso por reducir el riesgo de cáncer de próstata, colon y seno . Otro de los atributos de este fruto es su abundante contenido de fibra el cual es importante para asegurar un buen tránsito intestinal, tratar el estreñimiento y la atonía intestinal. Los arándanos son también una buena fuente de potasio, hierro, calcio, taninos de acción astringente y diversos ácidos orgánicos.

Tabla 1

Valor nutricional del arándano por cada 100 gr de fruto.

Aporte	Cantidad
Agua (gr)	87,4
Proteínas (gr)	0,3
Fibra (gr)	1,7
Calorías (Kcal)	42
Vitamina A (UI)	30
Vitamina B1 (gr)	0,014
Vitamina B2 (gr)	0,0024
Vitamina B6 (gr)	0,012
Vitamina C (gr)	12
Ácido Nicotínico (mg)	0,2
Ácido Pantoténico (mg)	12
Sodio (mg)	2
Potasio (mg)	72
Calcio (mg)	14
Magnesio (mg)	6
Manganeso (mg)	0,5
Hierro (mg)	0,5
Cobre (mg)	0,26

Fósforo (mg)	10
Cloro (mg)	4

Nota: Elaboración propia, adaptado de *Carhuaricra Montes, (2012). Pág. 54.*

Desde la antigüedad y hasta la actualidad la especie *Vaccinium* ha sido utilizada ampliamente en la medicina tradicional, de acuerdo con García et al., (2007) como se mencionó en Torres Pérez, (2017), las propiedades antidiarreicas, hipoglucémicas, antibacterianas antiinflamatorias, antioxidantes, astringentes, y entre otras que poseen estos frutos le otorgan validez a su poder preventivo y curativo, su consumo se realiza ya sea en infusión, jugo o en fruta.

De acuerdo con la FAO, (2003) según el color de las frutas y las verduras se pueden determinar los nutrientes y fitoquímicos que contienen, en el caso del arándano (color púrpura/azul) le confieren propiedades antioxidantes que pueden reducir los riesgos de cáncer, accidentes cerebrovasculares y enfermedades cardíacas.

Las diversas sustancias que le confieren sus grandes propiedades curativas son:

Tabla 2

Sustancias contenidas en el fruto del arándano que le confieren propiedades curativas.

Sustancia	Características
Taninos	catéquicos (5 - 12%) y proantocianidinas oligoméricas
Flavonoides	astragalina, hiperósido, quercetina e isoquercetina
Antocianos (0,1 - 0,5%)	malvidina, cianidina, petunidina, y heterósidos, delfinidina con distintos azúcares
Ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico	ácidos cafeico y clorogénico
Triterpenos	Ácido ursólico
Iridoides	Asperulósido y onotropeína (esta sólo aparece en los frutos sin pelar)

Ácidos Orgánicos (1%)
Glúcidos (3-7%)

Ácidos quínico, málico y cítrico
Polisacáridos como la pectina

Nota. Elaboración Propia.

Generalidades del Cultivo de arándanos

Requerimientos Edafoclimáticos

Debido a las características morfológicas y fisiológicas que comparten la mayoría de las especies del género *Vaccinium*, sus requerimientos de clima y suelo son muy específicos, El arándano es un arbusto con una alta capacidad de adaptación, pero que al mismo tiempo es muy delicado, sus exigencias consisten principalmente en lo relacionado con las horas frío (HR), la textura y el pH del suelo o sustrato donde se vaya a establecer el cultivar; la ausencia o exceso dentro de los márgenes de tolerancia de estos requerimientos influyen en gran porcentaje sobre el desarrollo de la planta; bajo circunstancias poco favorecedoras la planta puede reflejar deficiencias e incluso inhibición del crecimiento. (H. Yang et al., 2022).

El arándano encuentra su origen principalmente en la zona alta de Norteamérica, en zonas caracterizadas por su clima frío donde las temperaturas pueden llegar a ser muy bajas y se suelen generar con frecuencia fuertes heladas. En la actualidad, dadas las experiencias obtenidas por años de los diferentes países de Latinoamérica que cultivan este arbusto se ha observado que el requerimiento de temperatura del arándano el cual antes se daba según las condiciones de Norteamérica bajo ambientes fríos no es la única variable a considerar, pues las horas frío (HF) o la acumulación de horas frío es un aspecto complementario de gran importancia cuando de requerimiento climático se trata.

Clima

Ya que al día de hoy se han desarrollado variedades con características propias para cada zona, nos es posible encontrar blueberries que se adapten a una gran variedad de climas, no obstante, cabe destacar que las condiciones climáticas más propicias se encuentran en el ambiente de páramo, de acuerdo con (Farfán Casallas H. I., 2016) debido a sus orígenes, esta fruta que es proveniente de bosques altos, con alturas sobre el nivel del mar (M.S.N.M). de 1800, y 2600 a 2700 las áreas de páramos son las zonas aptas por excelencia, un proceso importante para la producción efectiva de arándanos es el receso invernal, el cual se obtiene cumpliendo con los requerimientos de horas frío acumuladas del mismo, de acuerdo con (Bowen, 1986, como se citó en Rodríguez, 2017) la acumulación de horas frío (HR) van desde las 400 hasta las 1.100 horas, con un umbral inferior a los 7.2°C. una vez que las plantas rompen la latencia se vuelven muy sensibles a las temperaturas bajas. (Undurraga & Vargas, 2013).

Las especies de *Vaccinium* se desarrollan en zonas climáticas con régimen de un periodo lluvioso y un periodo seco (Chamorro & Nates, 2015, citado por Scientia Agropecuaria vol.12 no.1 Trujillo, 2021). una temperatura media de 7 y 33°C (Ormazábal et al., 2020, citado por Scientia Agropecuaria vol.12 no.1 Trujillo, 2021) y una precipitación de 900 a 1300 mm por año. De acuerdo con Pescie & López, (2007) El factor más influyente para el desarrollo de las especies de ericáceas es la temperatura (T°), la cual debe estar entre los 10°C y los 21°C; en este margen de temperatura se promueve la madurez y se disminuye el desarrollo de enfermedades fúngicas que afectan el rendimiento de los frutos. igualmente se han encontrado especies

de *Vaccinium* en otras localidades a temperaturas más elevadas, las cuales se encuentran entre 14 y 22 °C (pedraza et al., 2017, Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Requerimientos de horas frío (H.F). Desde hace más de medio siglo, el término de horas frío (HF) fue el resultado de investigaciones sobre los requerimientos en temperaturas bajas para la ruptura de la dormancia en las yemas de los árboles frutales. La expresión “horas de frío” (HF) se acuñó como referente al lapso de tiempo transcurrido en 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. (Weinberger, 1950, como se citó en Rodríguez, 2017).

La necesidad en la cantidad de acumulación de horas frío varía según la especie o variedad cultivada y, se define sumando la cantidad de horas necesarias para salir del periodo de reposo o dormancia a temperaturas inferiores al umbral anteriormente mencionado. Esta acumulación en horas frío posibilita los cambios fisiológicos responsables de la floración y el fructificación normal en caducifolios (Gil-Albert, 1992, como se citó en Rodríguez, 2017) y (Melgarejo, Martínez, Guillamón, Miro, & Amorós, 1997, como se citó en Rodríguez, 2017).

Existen ciertos modelos donde se analizan las relaciones de temperatura y equivalencia en horas; como es el caso del modelo de Utah el cual considera que temperaturas mayores a 7°C no tienen efecto para la salida del reposo invernal, y otros modelos que contemplan rangos de temperatura con diferente eficiencia en la acumulación de frío; en este, 1 hora de frío (HF) equivale a 1 unidad de frío (UF) sí y solo sí el rango de temperatura se encuentra entre los 2,5 y 9,1°C (Rodríguez, 2017).

De acuerdo con lo anterior, la tabla a continuación especifica la funcionalidad del modelo de Utah y el requerimiento de frío expresado en unidades de frío (UF) necesarios para la ruptura de la dormición.

Tabla 3

Relación de eficacia para la salida de la dormición, según el modelo de Utah

(Richardson, Seeley, & Walker, 1974)

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

Nota. Elaboración propia, *adoptado de* Rodríguez, (2017).

En las zonas tropicales el modelo de producción de cosecha es continua, pues debido al clima las plantas no experimentan el periodo de endodormancia y el sistema de medición de horas frío (HF) pasa a ser irrelevante. (Westwood, 1993, como se citó en Rodríguez, 2017) cuando las plantas han entrado en estado de reposo o dormancia se hace necesario y dependiendo del modelo de cálculo acumular cierto número de horas frío o unidades de frío, para salir de este estado (Real, 1987, como se citó en Rodríguez, 2017).

De acuerdo con Richardson, Seeley. & Walker, (1974), como se citó en Rodríguez, (2017) En las zonas tropicales se adapta mejor el modelo Utah, propuesto por los mismos autores, pues este modelo incluye el efecto de horas que pasan los 7,2°C

y no tiene en cuenta las horas frío recibidas durante la noche, cuando las horas calor son demasiado altas en el día. De acuerdo con (Gariglio, Pilatti, & Fonfría, 2007, como se citó en Rodríguez 2017) La unidad de frío (UF), permite definir el aporte de una (1) hora transcurrida en un intervalo térmico, de 2,5 a 9,1°C, para que termine la dormancia de la planta.

Suelo

La composición del sistema radicular del arándano está dada principalmente por pequeñas raíces fibrosas y finas de las cuales un 80% de ellas se encuentran concentradas en los primeros 40 a 50 cm de profundidad del suelo. Las raíces del arándano no tienen la capacidad de profundizar en suelos compactos por lo que requiere de suelos sueltos y bien drenados con textura arenosa, o franco-arenosa (Llambí, et al., 2012). La salinidad del suelo es determinante en el éxito del cultivar, es por esta razón que el pH del suelo debe estar entre 4,5 y 5,5, y el contenido de materia orgánica en un margen de 3% a 5%. Sin embargo, los agricultores pueden producir en suelos cuyas condiciones no son las más óptimas, si realizan un esfuerzo económico e implementan estrategias como es el caso del uso de mejoras en el hoyo de plantación y en la preparación de camas de 1 x 50 m. (Maldonado Celis, Franco Tobón, Agudelo, Arango, & Rojano, 2017).

Los paramos se encuentran expuestos a factores que hacen que la composición de sus suelos varíe, la altitud, la temperatura y la humedad relativa del aire contribuyen a la modificación en el porcentaje sobre el contenido de materia orgánica (M.O), cenizas, agua y nutrientes (Podwojewski, P., & Poulénard, J. 2000, citado por Meléndez-Jácome,

et al., 2021), Las bajas temperaturas y la baja presión atmosférica, median para una descomposición lenta de la materia orgánica permitiendo así la liberación de nitrógeno presente en el suelo (Llambí, et al., 2012). A su vez que la densidad, porosidad y consistencia del suelo es dada al alto porcentaje de carbono que permite la retención de agua y nutrientes; (Daza, et al., 2014, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021) los suelos de páramo en condiciones casi saturadas poseen alrededor de 70% de agua, 20% de materia orgánica y 10% de aire (Llambí, et al., 2012).

Agua

El arándano es una planta que es muy sensible al déficit de agua, esto es debido a las características de sus raíces las cuales son superficiales, fibrosas y de poca extensión. es importante que antes de disponer del agua de riego, conocer su procedencia, para esto se hace necesario realizar un análisis químico y microbiológico del agua para determinar la conductividad eléctrica (CE), los niveles de pH, y la razón de absorción de sodio; además de determinar y verificar la calidad del agua de riego, esta se complementa mediante la implementación de un sistema de riego cuya descarga permita un nivel de humedad acorde a los requerimientos propios del cultivar y las características propias del suelo, que en este caso estaría dentro de los primeros 15 a 20 cm del suelo cuya profundidad concentra la mayor cantidad de raíces, en zonas con alta probabilidad de presentar heladas se utiliza el riego por aspersión como medida de control para estas heladas (González 2014, como se citó en Paredes Diana 2022).

Para Colombia los requerimientos edafoclimáticos se resumen a grosso modo en la tabla que se presenta a continuación (Tabla 4).

Tabla 4

Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de arándanos en Colombia, (Cleves, 2020; Arándanos de Chía, 2018; Strik & Fin, 2008).

Característica	Descripción
Altitud	1.300 - 3.000 m.s.n.m
Temperatura Mínima	7°C
Temperatura Máxima	33°C
Rango Optimo	16 - 25°C
Suelo	Limoso (L) o Franco-Arenoso (F-Ar)
Materia Orgánica (M.O)	Alta Disponibilidad
pH	Ácido 4,5 - 5,5
Textura	Liviana
Drenaje	Alto, Rápido, Profundo
Estructura	Granular, Colunar
Humedad Relativa (H.R)	≤ 90%
1 Hora Frío (H.F)	≤ 7°C
Agua	Alta Disponibilidad, Optima Calidad
Radiación	Alta
Horas Frío (H.F)	400 - 800 horas/año
Viento	susceptible, <10km/h

Nota. Elaboración propia, Adaptado de Cleves Leguizamo & Sol, (2022)

Manejo Agronómico

Para una producción adecuada del fruto (baya) de arándanos se hace precisa la implementación de una fertilización entre limpia y orgánica, enfocada entre otros aspectos de nutrición en conservar el pH óptimo del suelo (4,5 a 5,5), sumado la realización de labores culturales tales como podas, riego, y aporque son prácticas que influyen directamente en el aumento del rendimiento y desarrollo de las plantas cultivadas (Meléndez-Jácome, et al., 2021). Para las especies que se desarrollan de forma silvestre, convierte a los páramos en los lugares idóneos, pues estos tienen las condiciones propias para cumplir con los requerimientos edafoclimáticos propicios para

el buen desarrollo del fruto, de acuerdo con Pablo-Vega, et al., (2017) los páramos son húmedos, poseen un alto contenido de materia orgánica (M.O) y nutrientes, además a su vez, presenta microclimas, que contribuyen al buen desarrollo de las plantas y la calidad de sus frutos (Llambí, y otros, 2012).

Selección del Material

El arándano o blueberry (*Vaccinium spp*) es uno de los frutales comerciales más recientemente domesticado. No fue sino hasta 1911 cuando Frederick Coville realizó los primeros intentos de selección desde el medio silvestre a través de accesiones promisorias las cuales mejoró notablemente a través de cruzamiento de aquellas accesiones y posterior selección de las progenies obtenidas. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013). Estos avances fueron los precursores para contribuir a extender el cultivo comercial de arándanos y su adaptación a diferentes ambientes (suelo y clima) a la vez que se incrementa su productividad y calidad de fruto.

En la actualidad ha sido tanta la acogida que ha presentado este cultivo a nivel mundial que fácilmente se encuentran en regiones de Europa, Australia, Sudamérica, Nueva Zelanda, China y Japón. Esta propagación extensiva ha replanteado las capacidades de la especie para la adaptación y los métodos de cultivo. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013). Tras la introducción de una amplia gama de variedades se iniciaron nuevas zonas de cultivo y luego de un tiempo se han especializado en la producción de aquellas que presentan mayor adaptación y aceptación en el mercado. El género *Vaccinium* representa una de las especies de larga domesticación, cruzamientos y mejoras genéticas las cuales a la fecha han permitido que los arándanos cultivados se

establezcan en climas fríos, cálidos y mediterráneos, y su oferta se extienda durante todo el año. (Gonzalez, et al., 2017)

Clasificación de las Especies

Entre las especies de arándano cultivadas, el arándano alto o highbush que cuenta con una participación de más del 80% de las especies cultivadas lo convierte en el más representativo entre las especies. Le sigue la especie ojo de conejo o rabbiteye, con una participación de aproximadamente el 14%. El arándano alto fue la primera especie en ser domesticada bajo cultivar. (González, y otros, 2017).

Southern Highbush: Las características más destacables de este cultivar incluyen una alta tolerancia al calor y un menor requerimiento de horas frío. Como característica general exponen un grado de vigor bajo y por ende una mortalidad más alta, a su vez, el establecimiento en suelos con limitaciones texturales y profundidad efectiva deficiente lo hacen propenso a graves problemas, estas limitantes lo convierten en una especie difícil de cultivar. (Gonzalez, y otros, 2017).

El calibre de los frutos es mayor y, lo que le dan su orientación en el mercado para su consumo en fresco y labores de cosecha manual. Las variedades que se incluyen en este grupo se han desarrollado a partir de hibridación entre *V. Corymbosum*, *V. Darrow*, *V. Ashei* y *V. Elliottii*, estas variedades híbridas están adaptadas para climas templados y requieren entre 200 y 600 horas frío (HF) y temperaturas entre los 28 y 35°C donde los inviernos raramente alcanzan los 7°C. (Torres Perez, 2017)

Ojo de Conejo, Rabbiteye: Esta especie es la más versátil, gracias a sus características de alta productividad y fácil manejo agronómico le permiten desarrollarse

en una gran variedad de suelos (suelos arenosos, y arcillosos), con pH más alcalinos, y contenidos de materia orgánica menores al (1-2%); esto contrario a las exigencias de las especies Highbush Sur y Norte, que tienen requerimientos más altos en el contenido de materia orgánica de los suelos donde se establecen (Gonzalez, y otros, 2017). Las variedades de este grupo pertenecen a la especie *V. Ashei* los cuales son arbustos vigorosos que pueden alcanzar una altura de entre 5 y 6 metros. El fruto de las variedades que incluyen estas especies es más pequeño y su calidad no es tan buena, esto lo convierten en una especie ideal para cosecha mecanizada y comercialmente tienen como destino la industria de congelado o procesado, requieren entre 350 y 600 horas frío (H.F) (Torres Perez, 2017).

Northern Highbush: Esta especie cuyos requerimientos de horas frío (HF) van desde las 650 a las 1.200 horas se desarrolló a partir de las especies, *V. Corymbosum* y *V. Australe* e incluye las variedades más cultivadas a nivel mundo. Las bayas de esta especie son grandes, de piel muy fina, pulpa blanca y pocas semillas (Torres Perez, 2017).

Lowbush: Son arbustos pequeños que van de 30 a 50 cm de altura y cuyos frutos son pequeños y de buen sabor, pertenecen principalmente a la especie *V. Angustifolium*, se localizan en regiones muy frías, requieren al menos de 1.000 horas de frío (HF) y llegan a tolerar hasta los -35°C (Torres Perez, 2017). En los últimos años se han realizado mejoramientos genéticos y se han obtenido variedades tales como la Early Sweet y Bloodstone las cuales son más comerciales. (INTAGRI 2017, como se citó en Torres Perez, 2017).

Clasificación de las Variedades Según Requerimientos de Horas Frío (H.F)

Tabla 5

Cultivares según sus requerimientos de HF y características.

Material	HF	Tamaño de la Fruta
Biloxi	150	Mediano
Emerald	250	Grande
Jewel	200	Grande
Springwide	200	Grande
Snowchaser	200	Mediano
Sebring	200	Grande
Sharpsblue	250	–
O'Neal	400	Muy Grande
Misty	300	Grande
Star	400	Grande
Abundace	300	Grande
Springhigh	300	Grande
Santa Fe	400	Meduano a Grande
Sopphire	400	Meduano a Grande
Suziblue	400	

Nota. Elaboración Propia, Adaptado de Rodríguez, (2017)

Recomendaciones para la Selección de la Variedad

Para definir la variedad a establecer es importante tener en cuenta los aspectos que se enlistan a continuación.

1. Tener en cuenta las condiciones de clima y suelo que presenta la zona donde se establecerá el cultivar; así como también, los requerimientos y características de desarrollo de la variedad, requerimientos de horas frío (H.F), los períodos de floración, cosecha, y los rendimientos de cosecha. Destacar que, de acuerdo con la variedad establecida y la densidad de la plantación el potencial productivo puede superar las 30 ton/ha, (Gonzalez, y otros, 2017).

2. Características de tolerancia y resistencia al estrés biótico y abiótico.
3. Importante conocer las características fisicoquímicas del suelo antes de hacer efectivo el establecimiento del cultivo; el análisis de suelo además de ser requerido por diversas entidades se hace necesario para el manejo asertivo durante todo el ciclo del cultivo, el análisis cuyos resultados aporten información de los micro y macronutrientes presentes en el suelo, la conductividad eléctrica (CE.), la capacidad de intercambio catiónico y catiónico efectivo (C.C. y CICE), pH y textura permiten reconocer las propiedades del suelo o sustrato que servirá de soporte a la planta así como determinar el manejo de los mismos.
4. Evaluar el mercado y las características de postcosecha según la variedad escogida; como se ha expuesto, las características de los frutos entre las diferentes variedades se diferencian y se orientan ya sea para el consumo en fresco, congelado o ambos. Para un mercado cuya demanda es el consumo en fresco se privilegia la coloración, el contenido de azúcares y el rendimiento; en cambio, la fruta destinada a congelado, prioriza las características en el calibre del fruto y la firmeza de su piel. (González, y otros, 2017), la calidad organoléptica y la presencia de semillas en el fruto, así como su color, sabor, calibre y piel son aspectos a tener en cuenta.
5. Tener en cuenta la mano de obra disponible en la zona y la competencia que se pueda llegar a presentar en las épocas donde mayor demanda en labores presenta el cultivo (cosecha, podas).
6. Adquirir semilla certificada y así aumentar los porcentajes de éxito tras el establecimiento del cultivo, entre las ventajas se enlistan; obtener un material parental sano, sustrato y plantas libres de plagas y enfermedades, adecuado desarrollo radicular y

semilla que cumple con la validación ante las entidades productoras y comercializadoras.

Preparación del Terreno

Para el establecimiento del cultivo de arándanos se debe tener en cuenta los requerimientos específicos y propios de la especie en lo relacionado a las características del suelo, en la textura se debe otorgar un espacio liviano con una abundante estructura de macroporos; de lo contrario, debido a que no toleran las arcillas pesadas su desarrollo radicular se puede ver comprometido. Las texturas limosas a franco arenosa son su ideal, así como un contenido abundante de materia orgánica (3% - 5%) que permita la retención de humedad necesaria, y un pH de 4,5 a 5,5. Tolera poco el estrés hídrico y requiere una profundidad efectiva de al menos 60 cm. de acuerdo con lo mencionado nos indica un subsuelo seco, sin capas freáticas y con buenos drenajes.

Previo al establecimiento del cultivo de arándanos se deben efectuar estrategias y acciones a fin de obtener un suelo cuyas características sean adecuadas y cumplan con los requerimientos para el buen desarrollo de la planta.

Marco de la Plantación

El diseño del cultivar se determinará dependiendo de factores tales como; el área disponible para la siembra, el sistema de cosecha que se implementará (manual o mecanizada), las características de la variedad (vigor o tamaño), y las características de las labores a ejecutar en campo (cultural o mecanizado).

En parcelas pequeñas donde no se vaya a implementar la mecanización de labores, la plantación puede tener un diseño cuyas distancias sean de 0,75 a 1,0 metro entre plantas, y de 2,0 a 2,5 metros entre surcos, y el largo no puede ser mayor a 100 metros, (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013). En el caso de parcelas con mayor extensión y donde se vaya a implementar maquinaria para el marco de la plantación las distancias recomendadas son de 0,75 a 1,0 metros o menos de distancia entre plantas y la distancia entre surcos como mínimo debe ser de 3,0 o 3,5 metros, con la característica de que al final de la calle se debe dejar una distancia de 5,0 a 7,0 metros como zona de giro (Carhuaricra Montes, 2012).

Camellones (preparación del suelo in situ). Dependiendo las características del suelo, este se debe acondicionar a fin de conseguir las condiciones más óptimas para el desarrollo del cultivo, en suelos donde el pH es menor a 4 se debe realizar un encalado (enmienda con cal) para llevarlo sobre 5, para este proceso se puede usar cal viva (CaO) o apagada (CaOH₂) a razón de 1.000kg/ha por cada 1 unidad a subir, estos harán efecto en aproximadamente 1 mes (Carhuaricra Montes, 2012). Si por el contrario el suelo es alcalino, según el caso, se puede hacer uso de yeso agrícola (CaSO₄), en suelos cuyo pH es levemente mayor a 7, adicional al uso de abonos de reacción ácida (sulfatos) tales como sulfato de amonio o sulfato de potasio y e.o. es conveniente realizar una adición de azufre, esta enmienda se recomienda a razón de 1.000 a 1.500kg/ha por cada 1 unidad a bajar y se realiza en los primeros 20 cm de suelo, (Carhuaricra Montes, 2012). Se debe tener en cuenta que esta aplicación debemos realizarla al menos 6 meses antes de establecer el cultivar. En suelos cuyo contenido de materia orgánica está por debajo del

3% será necesaria una adición de estiércol a razón de entre 30 a 60 Ton/ha (Carhuaricra Montes, 2012).

Se recomienda confeccionar camellones cuyas dimensiones sean de 1 metro de ancho, y de 30 a 50 cm de alto, ya una vez estructurados los camellones se acondiciona su textura y su estructura, de acuerdo con González, et al., (2017) se aconseja el uso de aserrín de pino grueso, corteza de pino, y cascarilla de arroz en dosis de 200 a 800 m³/ha, o bien emplear compost u otras enmiendas orgánicas que permitan el objetivo principal de estas mejoras, permitir el crecimiento y la exploración libre de las raíces. Para evitar las malezas y mantener el camellón libre de estas se hace uso de un recubrimiento sobre el mismo que puede ser de mulch, plástico o malla antimalezas, Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), (2013) proponen la siembra de pasto Festuca o la combinación de este con trébol sobre la hilera o camellon.

El camellón se debe restaurar al menos 1 vez cada 3 años, las labores de rastraje entre hileras y aporque del camellón favorece la cobertura de las raíces, el suelo para el aporque debe ser el de mejor calidad.

Macetas (sustrato). La evolución de la agricultura intensiva ha hecho posible la implementación de nuevas estrategias para el establecimiento de cultivos, tal es el caso del empleo de nuevos insumos para la fabricación de materas o sustratos. Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis, residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que puede intervenir o no en la nutrición vegetal. (Abad,1993; Abad et al., 2005, como se citó en Miranda, D. 2021, P. 45).

La composición del sustrato debe cumplir con las condiciones óptimas para el soporte de la planta; además un programa de manejo adecuado, permite el desarrollo óptimo del sistema radical y de la planta en general. El objetivo principal de la fabricación del sustrato es la construcción de sus propiedades físicas más importantes, (aireación, drenaje, retención de agua y la densidad aparente) (Abad et al., 1993; 2001; 2002, como se citó en Miranda, D. 2021). Los sustratos pueden ser de origen orgánico o inorgánico.

Entre los sustratos inorgánicos tenemos la arena, la vermiculita, la perlita, entre otros subproductos minerales. Por otro lado, los componentes orgánicos más populares incluyen: turba (peat moss), fibra de coco, productos de madera compostados (corteza, aserrín, virutas), compost de materia orgánica, (estiércol, paja, cascarilla de arroz, entre otros) (Abad, 1993; Abad et al., 2001; 2002; 2005, como se citó en Miranda, D. 2021, P. 45-46).

Para la fabricación del sustrato los componentes más usados y de más fácil acceso son, la cascarilla de arroz, compost, tierra negra de páramo, turba y roca fosfórica, y pomina de 0,03 a 0,04 mm en proporciones de 60%, 3%, 10%, 10%, 5%, 15%. (Paredes, 2022). Una vez terminado el sustrato se dispone la mezcla en bolsas negras de polietileno cuyas dimensiones son de 60 por 60 cm simulando macetas las cuales se dispondrán a distancias de 1,0 metro entre plantas y 1,5 metros entre hileras. Este método es más usado en parcelas pequeñas cuya densidad de siembra es moderada.

Tabla 6

Recomendación de características en un sustrato idóneo para el arándano, (INTAGRI, 2017).

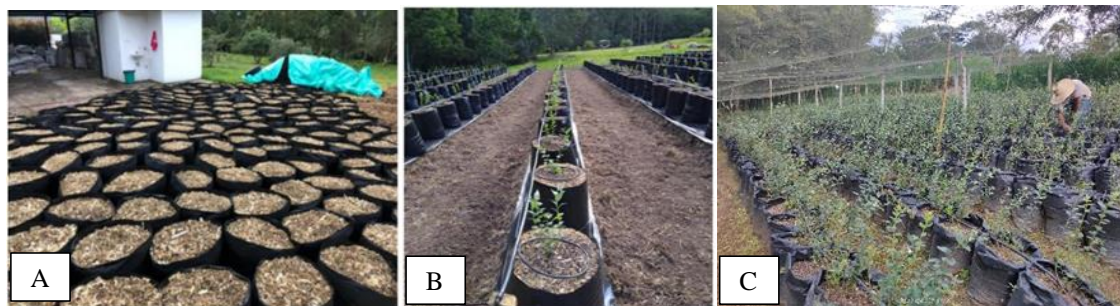
Propiedad	Valor
Humedad	40 - 50%
Materia Orgánica (M.O)	3 - 20%
pH	4.5 - 5.5
Granulometría	<20mm
Espacio Poroso Total	85 - 90%

Nota. Elaboración propia, adaptado de Torres Pérez, (2017)

En Colombia, son dos los principales sistemas de producción que se emplean, en primer lugar, está el sistema convencional, Sistema de Producción en Suelo (SPS), y en segundo lugar el Sistema de Producción en Bolsa (SPB) con este último sistema se puede obtener una densidad de siembra mayor y por ende una mayor producción (Cleves Leguizamo & Sol, 2022).

Figura 2

Cultivo de arándanos bajo un Sistema de Producción en Bolsa (SPB)

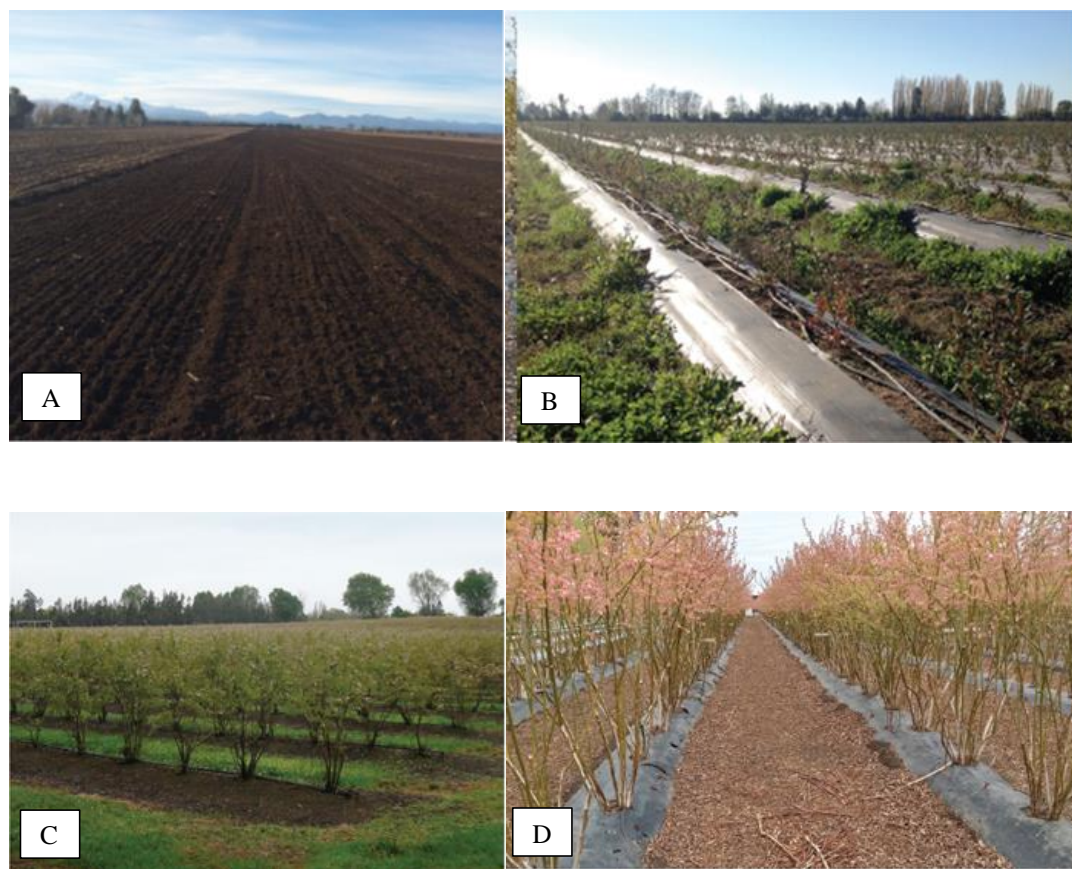


Nota. (A) Llenado de bolsas con sustrato orgánico, (Cleves, 2020). Tomado de, Cleves Leguizamo & Sol, (2022). (B) SPB en fase temprana de establecimiento (Cleves, 2020).

Tomado de, Cleves Leguizamo & Sol, (2022). (C) vista general de un Sistema productivo de arándanos con plantas de 2 años. Elaboración propia.

Figura 3

Cultivo de arándanos bajo un Sistema de Producción en Suelo (SPS)



Nota. (A) Vista general del predio con labores de presiembra realizadas. (B) Vista de camellones con cubierta plástica. (C) Vista de surcos/Camellones sin cubierta (D) Vista general de un sistema productivo de arándanos con plantas adultas. Tomado de, González, et al., (2017).

Sistema de Riego

En promedio un cultivo de arándanos puede durar 20 años o más en etapa productiva, y el diseño e instalación de un sistema de riego dimensionado a la densidad de la siembra se hace indispensable para evitar incurrir en gastos sobredimensionados. La manguera generalmente usada es de 0,9 mm con perforaciones a 30cm de distancia, con descarga de 1,6 a 1,8 y 2,2 L/h esta cinta es capaz de producir una banda húmeda a lo largo del camellón suministrando reguío a la región donde desarrollan la mayor cantidad de raíces. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013).

En el caso del cultivar en macetas, se opta por la instalación de un riego por goteo automatizado, el diseño consta de dos líneas de goteo dispuestos a una distancia de 5 a 10 cm de la planta con goteros cuyas descargas están entre los 3,2 a 4,0 L/h.

De acuerdo con Gil, (2006) como se citó en (Carhuaricra Montes, 2012) el método de riego que ha reportado una mejor adaptación es el método por surcos el cual ha tenido una eficiencia de entre el 40% y el 65%. Para la instalación de este riego se recomienda que el terreno sea plano y el suelo franco, por otro lado, el riego por aspersión adquiere un valor agregado como controlador de las heladas con un 50% a 95% de eficiencia, no obstante este sistema puede también favorecer el ataque por Botrytis en las flores. (Carhuaricra Montes, 2012)

Los sistemas de riego cuyo diseño es bajo, (goteo, cinta, microaspersión, y microjet) los cuales se caracterizan porque el agua no llega a la parte aérea de la planta tienen ventajas tales como: permite controlar el volumen del agua, realizar riegos con más frecuencia, además reducen los costos de mano de obra al permitir incluir por el

mismo sistema otras aplicaciones dirigidas al suelo como es la labor de fertirrigación, y aplicación de productos biocidas. (Carhuaricra Montes, 2012).

Siembra

La siembra en situ sobre camellones requiere de actividades previas tales como la marcación de la distancia a usar entre plantas sobre la hilera, y en el caso de hacer uso de mulch, plástico o malla antimalezas este debe ser perforado. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013)

Una vez realizadas todas las labores de presiembra y teniendo a disposición todos los elementos necesarios para el trasplante se toma el material para ser establecido ya sea en suelo in situ o las macetas, de acuerdo con García, (2005), (como se citó en paredes, 2022), para un trasplante exitoso se recomienda semilla de vivero de al menos 1 año de edad contenidas en bolsas de 1 a 2 litros, debido a lo sensible de las raíces del arándano, una práctica de trasplante a raíz desnuda puede generar desecamiento, más aun cuando hay ausencia de riego. Tres (3) días antes de la siembra se recomienda realizar riego.

Para disponer la planta en el sitio primero se debe retirar la bolsa con cuidado y se pone el cepellón en el hoyo previamente hecho, de acuerdo con Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), (2013) la planta debe quedar entre 2 a 3 cm más profunda de lo que venía en la bolsa, esto debido a que el camellón tiende a rebajar y exponer las raíces del suelo.

Terminada la siembra se realiza una poda eliminando una tercera parte del total de los brotes, eliminando aquellos brotes débiles, doblados y los que se ubican en la base de la planta.

Manejo Nutricional

Para realizar un adecuado manejo de nutrientes es importante tener en cuenta que incluso previo al establecimiento del cultivo se debe contar con una serie de análisis que permitan determinar con mayor precisión un plan nutricional que permita cumplir con los objetivos de rendimiento del cultivo, porque un mayor rendimiento y calidad genera una mayor rentabilidad (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013).

Los análisis que se mencionan a continuación permiten el diseño de un plan nutricional de mayor precisión, el primero y más básico es el análisis de suelo (periodo de renovación de 2 a 3 años), este debe contener el resultado a los diferentes parámetros que nos determinan las condiciones en que se encuentra el suelo in situ o el sustrato, los parámetros a revisar incluye las propiedades estructurales del suelo, los micro y macronutrientes presentes y su disponibilidad para la planta, y la salinidad del suelo; seguido, en el caso del arándano es bueno conocer el perfil microbiológico del suelo, pues para el apartado nutricional la presencia o ausencia de microorganismos benéficos pueden marcar la diferencia en el grado de absorción de los nutrientes, conocer la procedencia del agua mediante el análisis microbiológico del agua (periodo de renovación 1 año), además de su pH y dureza se relaciona e interviene no solo en el apartado nutricional sino también en las labores de riego y el control fitosanitario; por

último los análisis foliares (periodo de renovación 1 año), permiten conocer de manera más precisa el estado nutricional de la planta, sus carencias y excesos.

El plan de fertilización es específico para cada caso, pues se tienen en cuenta las variables de los análisis anteriormente mencionados y la etapa fenológica del cultivo, de ser el caso también se tiene en cuenta el nivel de rendimiento del cultivar. De acuerdo con Vidal, (2005) citado en (Carhuaricra Montes, 2012) dado el origen y las características propias de la especie, especialmente en el requerimiento de pH del suelo, muchos de los nutrientes se encuentran en niveles bajos, no obstante, sus requerimientos en fertilizantes son bajos, comúnmente los problemas por micronutrientes pueden ser solucionados tomando medidas correctivas sobre el pH del suelo (mantenerlo sobre el rango adecuado) (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013). Diversos estudios realizados en cultivares sobre arena y sustratos han arrojado que el crecimiento máximo puede ser alcanzado con niveles de nutrientes que están aproximadamente a la mitad del requerimiento de otros frutales. (Carhuaricra Montes, 2012). De igual manera se ha observado un mejor desarrollo en cultivares cuyos programas de fertilización constan en aplicaciones más frecuentes pero en pequeñas cantidades que en aquellos planes donde solo se realizan una o dos fertilizaciones pero con mayor concentración, Gil, (2006), (citado por Carhuaricra Montes, 2012) expone que para el cultivo de arándanos es recomendable un plan de fertilización con dosis bajas de fertilizante y que se repartan a de acuerdo al estado de desarrollo de la planta.

Los nutrientes que más requiere el cultivo de arándano corresponde a la categoría de elementos primarios, Nitrógeno (N), Fósforo (P), y Potasio (K), seguido, los elementos secundarios como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) son

requeridos en menor cantidad, mientras que el Manganeseo (Mn), Hierro (Fe), Boro (Bo), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) son micro elementos que el cultivo de arándano asimila muy bien en aplicaciones foliares y la cantidad requerida es muy mínima (Carhuaricra Montes, 2012).

El análisis de suelo nos indica los porcentajes y cantidades a adicionar al suelo dependiendo las características en los resultados que este arroje, de acuerdo a experiencias y estudios sobre cada especie, existen unas tablas que sirven como base o guía para conocer los requerimientos propios de la especie, no obstante estas proporciones o cantidades recomendadas se deben ajustar de acuerdo a lo que arroje el análisis de suelo (contenido y deficiencias); en la fase de alistamiento o labores de presiembra, estas se tienen en cuenta para realizar las correcciones necesarias, por otro lado para el manejo nutricional se consideran las propiedades químicas presentes en ese suelo (máximos y mínimos de cada elemento) para así tomar medidas, por ejemplo, a mayor cantidad del elemento presente en el suelo menor o en ocasiones nulo será lo que se aplique a la planta, por otro lado un elemento que indique baja concentración o presencia en el suelo requerirá de un aporte mayor para así cumplir los requerimientos de la planta y asegurar un adecuado desarrollo y por ende un buen rendimiento. (González, y otros, 2017).

Tabla 7

Características en las propiedades fisicoquímicas del suelo que son apropiadas para el cultivo de arándanos

Elemento o variable	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a Franco limo arcillosa	Franco limosa a Franco arcillosa
Materia orgánica (M.O)	%	>2	>3
pH (agua 1:2,5)	—	5,0 - 6,0	4,8 - 5,8
Conductividad eléctrica	dS/m	<1,5	<1,5
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	cmol(+)/kg	8 - 15	15 - 30
Nitrógeno inorgánico	mg/kg	15 - 30	20 - 40
Nitrógeno mineralizable	mg/kg	20 - 40	30 - 50
Fósforo Olsen	mg/kg	>15	>20
Potasio Intercambiable	cmol(+)/kg	0,3 - 0,5	0,4 - 0,6
Calcio intercambiable	cmol(+)/kg	4 - 8	6 - 10
Magnesio Intercambiable	cmol(+)/kg	0,8 - 2	1 - 3
Sodio intercambiable	cmol(+)/kg	<0,3	<0,6
Suma de bases	cmol(+)/kg	5 - 10	6 - 12
Relacion de calcio sobre la CIC	%	45 - 55	45 - 55
Relacion de magnesio sobre la CIC	%	8 - 12	8 - 12
Relacion de potasio sobre la CIC	%	2 - 3	2,5 - 3,5
Azufre (S)	mg/kg	>8	>10
Hierro (Fe)	mg/kg	4 - 10	5 - 15
Manganeso (Mn)	mg/kg	2 - 5	4 - 10
Zinc (Zn)	mg/kg	0,8 - 1,5	1 - 2
Cobre (Cu)	mg/kg	0,4 - 1	0,4 - 1
Boro (B)	mg/kg	0,6 - 1,5	0,8 - 1,6

Nota: Elaboración propia, adaptado de González, et al., (2017)

En las plantaciones ya establecidas toma mayor importancia el análisis foliar que el análisis de suelo, pues nos brinda una mirada más precisa en todo lo relacionado con el estado actual del cultivo y el impacto de este sobre el rendimiento, la calidad de la fruta, las coloraciones, los tamaños y las formas anormales en las hojas. A continuación, se dispone un cuadro donde se observan los rangos óptimos de micro y macro elementos, así como los valores a partir de los cuales se pueden considerar las carencias u exceso de los mismos.

Tabla 8

Niveles foliares orientativos de macro y micro elementos en arándanos. Adoptado de Hanson y Hancock, (1996).

Nutriente	Unidad de medida	Nivel deficiente	Nivel adecuado	Nivel excesivo
Nitrógeno (N)	%	<1,70	1,70 - 2,10	>2,30
Fósforo (P)	%	<0,08	0,08 - 0,40	>0,60
Potasio (K)	%	<0,35	0,40 - 0,65	>0,90
Calcio (Ca)	%	<0,13	0,30- 0,80	>1
Magnesio (Mg)	%	<0,10	0,15 - 0,30	nd
Azufre (S)	%	ND	0,12 - 0,20	nd
Boro (B)	ppm	<18	0,30 - 0,70	>200
Cobre (Cu)	ppm	<5	5,0 - 20	nd
Hierro (Fe)	ppm	<60	60 - 200	>400
Manganeso (Mn)	ppm	<25	50 - 350	>450
Zinc (Zn)	ppm	<8	8,0 - 30	>80

Nota. Elaboración propia, adaptado de Hanson et. Al., (2000)

Debido al sistema de absorción del arándano, en algunos casos incluso llevando un plan de fertilización se pueden evidenciar déficits nutricionales, por esta razón como complemento al apartado nutricional se recomienda incorporar bioestimulantes para potenciar la absorción y asimilación de estos elementos en la planta y a su vez favorecer la resistencia. Los productos a base de auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otras fitohormonas son ideales para plantas que se encuentran bajo condiciones de estrés biótico y abiótico (temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y/o enfermedades), y a nivel de la rizosfera su acción radica en el favorecimiento de la absorción y el transporte del agua y los nutrientes, así como al soporte de la planta y entre otros. De acuerdo con Rubio et al., (2010), (como se citó en Torres Pérez, 2017). Los hongos simbióticos que se asocian a las raíces permiten la optimización en la

eficiencia nutricional mediante la absorción de los micro y macroelementos. “Los hongos simbióticos que se asocian a las raíces del arándano son *Hymenoscyphus ericae* o *Pezizella ericae*” (Muñoz, 1988, como se citó en Torres Perez, 2017).

De acuerdo con González, et al., (2017) otras prácticas bioestimulantes a emplear en el cultivo de arándano son:

- Rizobacterias: estos microorganismos promotores del crecimiento favorecen la absorción de nutrientes, la síntesis de fitohormonas y tienen un efecto antagonista o de resistencia hacia otros microorganismos perjudiciales del suelo, algunos de estos microorganismos son: *Bacillus*, *Rhizobium*, *Trichoderma*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Pseudomonas*, *Aspergillus*, *Azotobacter*, entre otras.

- Enraizadores hormonales. Tienen como función la consecución de una mayor cantidad de pelos radicales y así lograr una mayor eficiencia en la absorción y conducción de nutrientes. Esta característica la obtiene tras favorecer la concentración de auxinas que a su vez inducen el desarrollo de raíces.

- Agua a 30°C o 40°C: a estas temperaturas no solo se incrementa la solubilidad de los fertilizantes, sino también la actividad microbiológica del suelo y la conducción del agua y de los nutrientes.

Plagas y Enfermedades

De acuerdo con Molina, (2010), (como se citó en Carhuaricra Montes, 2012) el arándano, en comparación con otras especies de berries es mucho menos susceptible a ataques por plagas y enfermedades, no obstante, esto no lo exonera para ser blanco de

ataque a infecciones e infestaciones, sobre todo en los casos de monocultivo y grandes extensiones.

Plagas. Alrededor del mundo se han encontrado más de 300 especies que atacan los cultivos de arándano, sin embargo, son muy pocas las que llegan a ser consideradas como plagas, en algunos países estas plagas que no implican importancia económica ni el uso de controles son descritas como plagas secundarias, pues, los daños de importancia económica que puedan llegar a generar se presentan de forma muy ocasional.

En el género *Vaccinium* cuando las plagas no son controladas a tiempo pueden llegar a provocar pérdidas que alcanzan hasta el 40% sobre el total de la producción (Bucio et al., 2016; Zepeda-Jazo, 2018, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). A continuación, según su nivel de impacto, se mencionan las plagas de mayor importancia en el cultivo de *Vaccinium*.

De acuerdo con Santadino et al., (2015); Bucio et al., (2016) como se citó en (Meléndez-Jácome, et al., 2021), debido a los daños necróticos que generan en hojas y frutos son los ácaros la plaga de mayor importancia en el género *Vaccinium*. Otra plaga de importancia que puede llegar a tener presencia de hasta un 59,5% en esta especie es la *Drosophila suzukii* (Santadino et al., 2015, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021), comúnmente llamada *Drosophila* de alas manchadas o SWD. Esta mosca de la fruta es considerada una plaga emergente e invasiva cuyas larvas ocasionan daños que afectan la calidad del fruto debido al daño que generan en el epicarpio y que finalmente crea una ventana que permite el acceso de microorganismos patógenos. Por fruto se pueden llegar a encontrar entre 1 y 8 larvas (Santadino et al., 2015, como se citó en

Meléndez-Jácome, et al., 2021). Otra plaga de importancia en los cultivos de *Vaccinium* son las larvas de *Sparganothis sulfureana*, un tipo de polilla que afecta ampliamente la planta y puede alcanzar una incidencia del 35,5%, y cuya presencia ha sido confirmada en Europa, Norte y Sur de África y EE.UU. La limitante de esta plaga radica en el ataque que hace a las hojas y la dificultad de crecimiento que genera al fruto (Rodríguez et al., 2013; McMahan et al., 2017; McMahan & Guédot, 2018, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). Al igual que la *Sparganothis sulfureana*, la *Cacoecimorpha pronubana* es una plaga del orden lepidóptero cuyo grado de incidencia es de hasta el 6% sobre esta especie, y al igual que la anterior sus larvas afectan el follaje y retrasan el desarrollo (Calvo & Molina, 2003; García et al., 2018, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). A su vez, sobre el género *Vaccinium* se ha encontrado presencia de áfidos, más precisamente de pulgones tales como el pulgón gris (*Myzus persicaes*), el pulgón negro y el pulgón del algodón (*Aphis fabae* y *Aphis gossypii*) cuyos hábitos causan la destrucción de los brotes foliares, el primero durante el crecimiento secundario de la planta, y los dos siguientes durante la primera etapa de crecimiento de la planta (Calvo & Molina, 2011, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Para el control efectivo de plagas, se recomienda la aplicación de insecticidas de origen sintético y la inclusión complementaria de nemátodos entomopatógenos tales como las especies de *Heterorhabditis megidis* y *Steinernema feltiae* como métodos de prevención de daños por posible ataque de pulgones y larvas, así como evitar el desgaste de la planta (Calvo & Molina, 2011, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Enfermedades. El arándano es una especie vigorosa, de rápido crecimiento y altos rendimientos, pero también es susceptible a ataques de diversos patógenos que pueden alterar no solo el desarrollo de la planta sino también reducir su vida productiva, su productividad y la calidad de la fruta. (González, et al., 2017), una alta densidad de siembra y la calidad de la nutrición dentro del cultivo facilitan el establecimiento y la propagación de enfermedades, también es recomendable partir desde las medidas preventivas lo cual implica desde el establecimiento contar con material vegetal certificado de cultivo in vitro provenientes de meristemas, pues son genéticamente estables y libres de patógenos como virus y hongos.

La capacidad de sobrevivencia de los hongos patógenos presentes en un suelo varía de acuerdo al nivel del vínculo que este haya establecido con las plantas hospederas de *Vaccinium spp.* (Rodríguez, 2021 como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). Los daños a causa de hongos patógenos pueden generar impactos sobre el desarrollo y el rendimiento de la planta y los daños se encuentran entre un 30 y 67% sobre el total de la producción. (Figuroa et al., 2010; Sullca et al., 2018, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). El proceso de afectación por hongos involucra la capacidad de defensa de la planta y los procesos abióticos, principalmente humedad y temperatura, de acuerdo con Camarena-Gutiérrez, (2001), como se citó en (Meléndez-Jácome, et al., 2021). La infestación inicia cuando el hongo logra penetrar las barreras de defensa de la planta, y a su vez la afectación a causa de estos microorganismos es generada por la presencia de sus esporas o hifas que se ven favorecidas por microclimas dados en condiciones óptimas de humedad y temperatura (Knogge, 1996; Kankanala et al., 2007; Figuroa et al., 2010, Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Producto de la podredumbre que generan y las toxinas que se liberan en las mismas, estos microorganismos son precursores de daños en la planta que afectan no solo la fisiología de la raíz, sino que también perturba sus tejidos, (Camarena-Gutiérrez, 2001; Muñoz, 2008, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Entre las plantas existen dos tipos de hongos que le causan infecciones; hongos biotróficos, (equilibradores) y hongos necrotróficos (destructivos), los primeros obtienen carbono y nutrientes de las células vivas, no ocasionan la muerte del hospedero y se reproducen o aumentan de acuerdo al desarrollo de la planta, los segundos son capaces de excretar una sustancia tóxica que causa la muerte de las células para así poner a disposición los nutrientes que se liberan tras el proceso, estos parásitos se prosperan en el tejido muerto de las planta y pueden causar la muerte las mismas tras impedir el paso de los nutrientes (Muñoz, 2008, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Los frutos del género *Vaccinium* son climatéricos lo cual significa que su ciclo de respiración tiene una tasa más alta y conlleva a una maduración más rápida, lo que los hace susceptibles a ataques hongos, principalmente *Neofusicoccum* y *Phomopsis* que favorecen el desarrollo de enfermedades y generan afectaciones de poscosecha. (Cruañes & Locaso, 2011; Fulcher et al., 2015, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Entre las enfermedades más destacadas dentro del género *Vaccinium* se encuentran: la roya, esta es causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, y presenta una incidencia de hasta el 84,39%; se presenta en la primavera y se caracteriza por generar defoliaciones intensas que pueden provocar la reducción en el rendimiento del cultivo en su siguiente ciclo productivo, y antracnosis en el tallo. Otra enfermedad capaz de

alcanzar una incidencia de hasta el 41% es el cancro o cáncer del tallo, durante la enfermedad se encontró de forma recurrente la presencia de *Neofusicoccum*. En otros estudios, el cancro del tallo ha sido atribuido a *Phomopsis* (Wilcox, 1939; Weingartner y Klos, 1974, como se citó en Mondragón Flores, A., López Medina, J., Ochoa Ascencio, S., & Gutiérrez Contreras, M., 2012), y su porcentaje de incidencia es de 6,6%. (Mondragón-Flores et al., 2012, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Entre las enfermedades de mayor impacto sobre el rendimiento de las plantas y por ende de la economía del cultivador se encuentran: el cáncer o cancro de las yemas, hongo asociado al patógeno *Fusicoccum*, este hongo puede causar daños que alcanzan hasta el 94,4% (Weingartner & Klos, 1975, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021) y el *Gloeosporium minus* en un 98% (Milholland, R. D, 1974). Las especies de *V. corymbosum* y *V. angustifolium* suelen sufrir ataques por *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. y *Botrytis* spp. Estos patógenos infectan los tejidos vegetativos y florales y son causantes de pérdidas cuyos márgenes pueden ser mayores al 20% del rendimiento total de las plantas, (Rivera et al., 2015; Chen et al., 2019; Abbey et al., 2020, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). A su vez, en el arándano se ha encontrado la presencia de *Phytophthora cinnamomi* y *P. citrophthora* (Fulcher, A., et al., 2015), uno de los patógenos más devastadores y se encuentra presente en más de 70 países, la enfermedad produce pudrición en la raíz, y afecta el tamaño del tallo (Larach et al., 2009, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021), reduciendo en un 36,5 y 53,4% su desarrollo general; Adicional a esto, en las raíces de *V. corymbosum* se ha encontrado presencia de hongos del género *Sclerotinia Sclerotorium* (6,99%) y *Fusarium* (26,39%). (Nadziakiewicz et al., 2018, Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Otra enfermedad que puede presentar el arándano es el tizón bacteriano causado por *Pseudomonas Syringae*, esta bacteria fitopatógena se encuentra presente en las hojas del arándano y otras plantas dicotiledóneas que no necesariamente muestran signos de enfermedad, el desarrollo de la enfermedad inicia cuando la bacteria ingresa a la planta después de que se haya producido una herida, ya sea de forma natural o artificial, y la diseminación de la enfermedad se da teniendo como medio el agua y por ello presenta mayor incidencia durante la temporada de heladas, pues estas condiciones favorecen la aparición de heridas en los tejidos verdes. (Torres Perez, 2017).

Durante la etapa de postcosecha para el género *Vaccinium* es frecuente encontrar la presencia de *Alternaria alternata* (0,4%), *Penicillium spp.* (0,7%), *Botrytis cinerea* (0,9%), y *Cladosporium herbarum* (2,45%), De acuerdo con Figueroa et al., (2010), como se citó en (Meléndez-Jácome, et al., 2021) estos hongos presentaron una incidencia menor cuando las plantas fueron colocadas en un cuarto frío.

De acuerdo con Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), (2013) uno de los métodos más efectivos para la prevención de enfermedades en el arándano radica en el manejo de la calidad nutricional del cultivo y la delimitación de condiciones u actividades que favorezcan su propagación. Las enfermedades en el arándano pueden ser controladas mediante el uso de fungicidas de ingrediente activo sintético tales como fludioxonil en 2 ppm, azoxystrobin 5 ppm, cyprodinil 10 ppm y pyraclostrobin 4 ppm, y fungicidas de origen orgánico; en el caso de la rizósfera, la aplicación de vacunas tiene como base microorganismos benéficos que contribuyen al equilibrio de la microbiota del suelo y permite mantener aislado o controlado cualquier tipo de daño que puedan causar los patógenos del suelo. Otro tratamiento alternativo para controlar los patógenos del suelo

consiste en la aplicación de vapor a temperaturas relativamente altas y por un tiempo determinado que causa la inactivación de estos microorganismos y la desinfección del suelo. (Juárez et al., 2010, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021).

Resulta fundamental el conocimiento de las patologías que pueden afectar esta especie para así tomar medidas preventivas que eviten el establecimiento de enfermedades que afecten el desarrollo del cultivar. El conocer los patógenos y sus ciclos de desarrollo, así como los medios de propagación permiten una mejor evaluación cuando la enfermedad se encuentra presente, así mismo permite llegar a un diagnóstico acertado el cual permita el posterior tratamiento de la enfermedad, de igual manera permite la realización de controles preventivos los cuales más que los correctivos nos libran de problemas, afecciones y secuelas que pueden retrasar el desarrollo y la productividad del cultivo.

Irrigación

El agua en las plantas es materia prima para los procesos metabólicos, el proceso inicia cuando estas mediante sus raíces absorben el agua disponible del suelo. Tanto el suelo como la planta, están sometidos a factores abióticos tales como la lluvia, la luz solar, la temperatura, la humedad relativa y el aire, estos factores influyen a que se genere un mayor o menor grado de evaporación desde el suelo y transpiración desde las plantas, la suma de estos dos subprocesos da como resultado lo que es conocido como evapotranspiración.

Requerimientos de Riego. La zona de mayor absorción de agua (profundidad de raíces efectiva) en el arándano se encuentra generalmente en los primeros 25 a 30 cm del perfil del suelo. Los sistemas de riego localizado son los más idóneos al momento de mantener un nivel adecuado de humedad en el suelo (Rodríguez, 2017), en aquellos lugares con peligro de heladas primaverales se recomienda el uso del riego por aspersión para su control. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013). De acuerdo con STRIK, (2008), el promedio de riego para plantas jóvenes es de 1 pulgada por semana, y para plantas adultas el requerimiento hídrico es de 15 a 20 L de agua por día (Meyer & Prinsloo, 2003).

Para poder definir un sistema de riego óptimo y saber cuánta agua se debe suministrar a cada planta para finalmente conocer el volumen de agua total requerido por el cultivo es importante entender que, las necesidades de agua de los cultivos están representadas por la suma de la evaporación directa desde el suelo más la transpiración de las plantas que es lo que se conoce como evapotranspiración. (Carrasco Castañeda, J. S, 2020).

Dicho lo anterior, para establecer la lámina de riego y posteriormente definir la lámina de riego neta y bruta, es necesario tomar los datos de requerimientos de riego basado en los datos climáticos de evapotranspiración (ET_0) y del coeficiente del cultivo (K_c), así como datos de suelo. (Carrasco Castañeda, J. S, 2020). La evapotranspiración (ET_0) suele expresarse en mm de altura de agua evapotranspirada en cada día (mm/día), donde 1mm de agua evapotranspirada equivale en campo a 1L por cada metro cuadrado. Para determinar la ET_0 se pueden emplear bandejas de evaporación clase A o

ecuaciones a base de parámetros atmosféricos (temperatura, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento).

Figura 4

Esquema de los factores que influyen en la evapotranspiración (ET₀) de un cultivo de referencia.



Nota. Influencia de los factores climático sobre un cultivo para los niveles de evapotranspiración de las plantas, por González, et al., (2017)

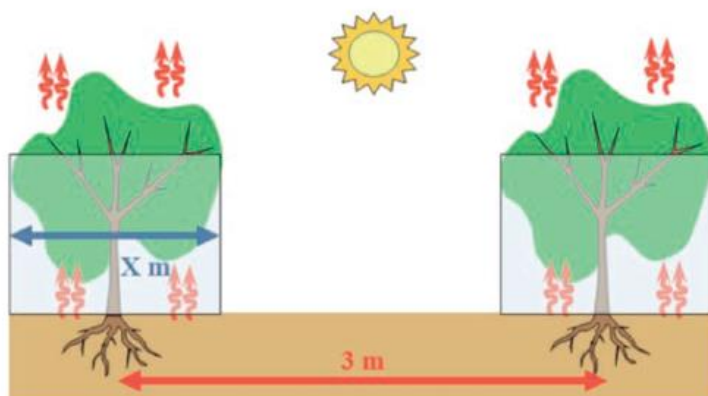
De acuerdo con lo anterior, la ecuación básica para calcular la demanda de agua del cultivo evapotranspiración del cultivo (ET_c) es: $(ET_c = ET_0 \times K_c \times F_c)$ donde la Evapotranspiración del cultivo (ET_c) es igual a la evapotranspiración (ET₀) multiplicada por el coeficiente de cultivo (K_c) y el factor de cobertura del follaje o porcentaje de área sombreada (F_c).

Una vez obtenido el valor de la evapotranspiración del cultivo, ahora, para determinar (K_c) se debe tener en cuenta que este está dado según el desarrollo fenológico de la planta, para este la fórmula es $(K_c = K_{cb} + K_e)$ donde (K_{cb}) es el coeficiente basal del cultivo, y (K_e) es el coeficiente de la evaporación del agua del

suelo. El factor de cobertura (F_c) por su parte se calcula teniendo como base el valor en el área sombreada (X) o el porcentaje de cobertura (P_c) para determinar el porcentaje de cobertura se emplea la siguiente ecuación: ($P_c = X/E_h$), donde el porcentaje de cobertura (P_c) es igual a la división del área sombreada o ancho de follaje (m) (X) sobre la distancia entre hileras (m) (E_h).

Figura 5

Diagrama que muestra la relación para determinar el porcentaje de cobertura (P_c).



Nota. en azul (Xm) que corresponde al área con sombra o ancho del follaje y en rojo la distancia entre hileras (E_h) ambas medidas dadas en metros, por González, et al., (2017).

Tiempo de riego (TR). El tiempo de riego (TR) se calcula con base al requerimiento de agua por metro lineal (L/m) y el caudal total de los emisores que riegan ese metro de plantación. La fórmula que se emplea es Tiempo de riego (TR) es igual al Requerimientos de agua (L/m) dividido por la cantidad de emisores por el caudal del emisor (L/h) en 1 m. (Gonzalez, y otros, 2017)

Podas

La poda es una labor cultural que trae muchos beneficios al cultivo de arándanos (Williamson et al., 2004), de acuerdo con Farfán Casallas H. I., (2016) las labores de podas en la mayoría de los cultivos de arándano favorecen el desarrollo eficiente de la planta y tiene como objetivo establecer un sistema de producción consistente, con buenos rendimientos y fruta de calidad (Bañados, 2005, como se citó en Farfán Casallas H. I., 2016); esta práctica cultural también permite mantener el vigor en las plantas y una relación apropiada entre crecimiento vegetativo y reproducción. (Hancock, J. y Retamales, J., 2012).

La poda suele realizarse con el fin de favorecer la homogeneidad durante el desarrollo y la estabilidad durante la etapa de la producción mediante el uso de podas formativas, de mantenimiento o correctivas (Farfán Casallas H. I., 2016), La primera poda (de formación) como su nombre lo indica, permite dar forma a la planta, inmediatamente después de la actividad de siembra se tiene por objeto remover las ramas con yemas florales, para favorecer así el vigor y la sobrevivencia de la planta (Hanson et al, 2000); durante el segundo y tercer año después de siembra disminuye el requerimiento de poda en la planta (Hanson et al, 2000), pues se eliminan principalmente ramas que presentan reducciones en su desarrollo y para controlar el crecimiento o la altura de la planta. Posteriormente, en la etapa productiva la labor de poda se limita a eliminar aquellas ramas improductivas conservando el objetivo de formación para que la planta tenga una buena entrada de luz y de aire manteniendo despejado su centro. (Farfán Casallas H. I., 2016).

Las derivaciones en el impacto de la poda sobre el arándano ha sido motivo de estudio por diversos autores en los últimos años (Strik et al., 2003, como se citó Pablo-Vega, et al., 2017); tal es el caso de Jorquera-Fontana et al. (2014), el cual realizó un estudio sobre la variedad Brigitta en la función de los indicadores de: la intensidad de poda, área foliar e intercambio de gases en hoja sobre el impacto en la razón de los mismos como método de evaluación en la carga de fruto, predictor de peso en fresco, porcentaje de materia seca y la concentración de azúcar en la fruta (Pablo-Vega, et al., 2017). Debido a la alta producción de flores en el arándano se hace necesaria la eliminación de algunos brotes con el fin de conseguir un cuaje que asegure el nivel de cosecha estimado dentro de los parámetros de rendimiento y además permita una mejor calidad en tamaño y maduración del fruto (Strik et al., 2003, como se citó en Pablo-Vega, et al., 2017). La poda de reducción floral vigoriza la etapa desde la aparición de meristemas de floración hasta el cuaje del fruto, otorgando así mejores cualidades en el tamaño, textura, color y sabor de los frutos. (Farfán Casallas H. I., 2016).

El arándano solo desarrolla sus meristemas de floración en la madera de un año, los nutrientes se desplazan en distancias muy largas hasta llegar a la zona productiva, y, además de nutrir estas ramas de producción principal también deben nutrir tejido extra no productivo, esta característica es debido a que la producción anual se desarrolla en las zonas más distantes de las raíces y del centro de la planta. (Hancock, J. y Retamales, J., 2012). La producción se ve ampliamente afectada en cañas con más de cinco años de edad, debido probablemente al factor indicado previamente en las características del transporte de nutrientes, por esta y entre otras razones se recomienda la realización de la

poda anual para conseguir estabilidad en el rendimiento por más tiempo. Si las podas se realizan esporádicamente se produce un desequilibrio entre las ramas según su edad.

Las plantas de arándano que presentan un mayor rendimiento son aquellas que presentan un porcentaje de cañas jóvenes y de cañas viejas que van desde el 15 al 20% independientemente, y entre un 50 a 70% de cañas de mediana edad. Los diámetros de las ramas más productivas presentan en su base entre 2,5 a 3,5 cm y una edad que va de los 4 a los 6 años, el balance en los porcentajes entre cañas es debido a que estos arbustos requieren de ramas jóvenes de renovación y ramas mayores de apoyo (Hancock, J. y Retamales, J., 2012).

De acuerdo con Hancock, J. y Retamales, J., (2012). La poda podría llegar a alterar algunas variables que pueden considerarse como desventajas, como por ejemplo la reducción en el tamaño del arbusto, y el rendimiento de la siguiente temporada, no obstante, si la labor se realiza correctamente, permite obtener frutos grandes, una maduración temprana y una mayor estabilidad en el rendimiento. En los cultivares cuyas podas no son realizadas con la suficiente frecuencia se puede ver afectada la calidad del fruto cosechado, pues a mayor número de brotes florales, mayor cantidad de bayas lo cual se deriva en bayas más pequeñas y de menor calidad, en cambio una labor de reducción de la floración permite mediante la reducción de flor-fruto el aumento en el tamaño y calidad del fruto, en estos casos puede contrastar la calidad con el volumen en el rendimiento. (Jansen et al., 1997, como se citó en Pablo-Vega, et al., 2017).

Cosecha

El rendimiento del arándano lo determinan por dos factores principales: el primero es el número de frutos por planta y el segundo es su peso fresco. Para determinar el número de frutos a cosechar se saca primero el número de yemas florales que quedaron después de la labor de poda y segundo, se define la densidad de las yemas en cada rama. (Salvo et al., 2011 como se citó en Pablo-Vega, et al., 2017).

De acuerdo con Bañados, (2007) como se citó en (Carhuaricra Montes, 2012) una de las principales características del arándano consiste en el periodo de tiempo que transcurre desde el momento de la siembra hasta la primera cosecha, los rendimientos de hasta 4 ton/ha, ocurre entre los primeros 2 a 3 años. Ya una vez superados estos años la producción va evolucionando. Con cada año que transcurre hay un aumento en la cantidad de fruta cosechada. Se estima que a partir del séptimo año el rendimiento de la producción se estabiliza y se mantiene constante, con producciones entre 12 a 15 ton/ha, el tiempo de vida útil de la plantación es de al menos 20 años, no obstante, a partir de los 25 a 30 años de edad cuando se evidencie un posible decaimiento en el rendimiento, con cuidados acordes y un buen mantenimiento se puede llevar a rejuvenecer los arbustos y así conservar la constancia en la producción.

Para determinar la rentabilidad del sistema de producción de arándanos se debe contar con un conocimiento básico del rendimiento promedio del cultivo de arándano en relación a los años de desarrollo del cultivo. (Carrasco Castañeda, J. S, 2020)

Tabla 9

Estimación del rendimiento producción en kilogramos por cada año en una hectárea de arándanos.

Año de Producción	Rendimientos Aprox. Kg/Ha	Rendimientos (%)
1	8000	0
2	8700	0
3	8000	20
4	9000	40
5	10000	75
6	11000	90
7 - 10	12000	100

Nota. Elaboración propia, Adaptado de Carrasco Castañeda, J. S, (2020); Carhuaricra Montes, (2012).

El proceso de cosecha de *Vaccinium* se inicia cuando la maduración de los frutos de la plantación alcanza entre el 10 al 15% y el contenido de azúcares de la baya es superior a 11°Brix. La recolección se realiza de forma parcial sobre el total del cultivo, esto debido a que no todos los frutos maduran al mismo tiempo. Se calculan aproximadamente entre 3 a 8 pases por semana. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013).

Al momento de la cosecha es importante considerar el color de la fruta, las berries de buena calidad son de un color azul uniforme. El arándano a pesar de ser un fruto climatérico, (esta característica es propia de frutos cuyo comportamiento respiratorio y de etileno presentan un alza durante la madurez), depende de la cosecha para garantizar sus atributos organolépticos, esto significa que la cosecha de sus frutos debe estar muy cerca de su madurez, pues a diferencia de la mayoría de frutos climatéricos este no mejora sus cualidades después de cosechado. Seguido las

actividades de cosecha deben estar orientadas para minimizar daños mecánicos ya sea durante la manipulación que se genera en la labor de cosecha, (daños generados por golpes y la exposición a altas temperaturas). Entre más manipulación tenga la fruta, mayores serán los daños que se puedan generar pudiendo hasta causar la remoción de la cera de la piel del arándano. (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013).

Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), (2013). Indica que los índices de calidad usados por la industria de fruta fresca son: el color, el tamaño, la forma, la ausencia de defectos, la firmeza del fruto y el sabor del mismo. Aunado a lo anterior, la calidad del fruto está dada por 3 aspectos (calidad en la apariencia física, calidad organoléptica y calidad nutricional); calidad en la apariencia física integra todo lo relacionado con el color del fruto (azul uniforme), la cera presente en la superficie de la fruta (Bloom), la ausencia de daños mecánicos u sanitarios (golpes, manchas o pudrición), forma, firmeza y calibre de la fruta (Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.), 2013). Seguido está la calidad organoléptica, la cual de acuerdo con MINAGRI (2016), como se citó en (Torres Perez, 2017), está determinada por el balance entre los contenidos de azúcares y ácidos compuestos volátiles los cuales dan el aroma característico a la baya, y para finalizar está la calidad nutritiva, la cual hace referencia a los aportes al organismo tras su consumo.

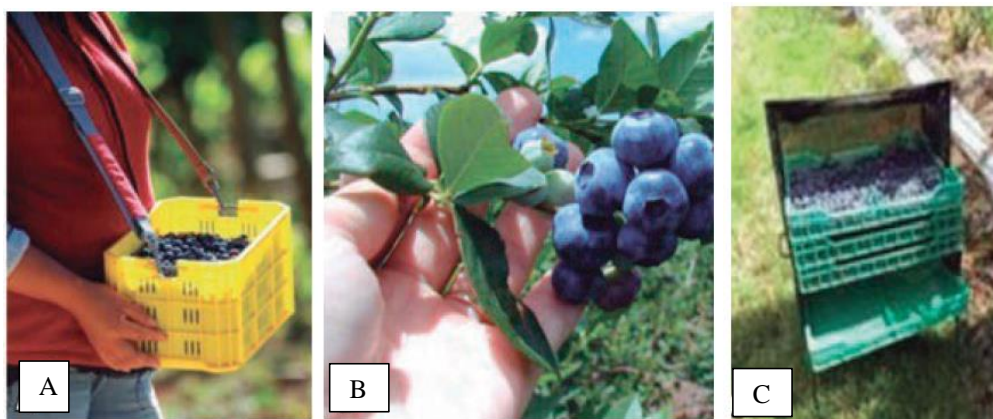
De acuerdo con González, et al., (2017), para el momento de la ejecución de labores de cosecha es importante tener en cuenta las recomendaciones que se enlistan a continuación.

- Procurar una manipulación mínima a fin de evitar golpes y magulladuras.

- Cosechar de forma individual cada futo, no jalar por racimos e ir depositando inmediatamente al pocillo o rejilla.
- programar las cosechas de manera independiente entre sectores y variedades para así evitar caer en mezclas innecesarias y disponer cuyos contenidos sean más homogéneos.
- Higiene en el manejo de la fruta, limpieza en las manos de los cosecheros, uñas cortas, limpieza en los materiales de cosecha, como bandejas y pocillos.
- Cosechar en las primeras horas de la mañana para evitar las altas temperaturas.
- No realizar cosecha cuando el tiempo es húmedo o hay lluvias.
- la fruta cosechada se debe mantener bajo sombra para evitar golpes de sol.
- Evitar la contaminación manteniendo los elementos de cosecha aislados de la superficie del suelo.

Figura 6

Manejo en la cosecha de arándanos para conseguir fruta de calidad.



Nota. (A) Bandejas de cosecha, (B) Adecuada manipulación de la fruta. (C) Elementos de cosecha y cosecha protegida del sol y aislada del suelo. Tomado de, González, et al., (2017).

Poscosecha

Durante el proceso de poscosecha los factores más importantes para tener en cuenta y asegurar una mayor conservación y prolongación de la vida del arándano son; el control de la temperatura y en la humedad, es en la poscosecha donde se evidencia todo el manejo que ha tenido el cultivar en los diferentes procesos de su producción, desde el desarrollo del cultivo hasta la cosecha, los cuales deben ir alineados con el objetivo en la obtención de frutos de la mejor calidad. Partiendo desde este punto se hace necesario que desde el momento de la cosecha se realice un manejo adecuado en la temperatura, desde este momento se deben realizar sombríos mediante la cobertura de las bandejas con materiales que permitan reflejar la luz del sol y así evitar el aumento en la temperatura) o el transporte rápido a las zonas de empaque donde ya existe un control de temperatura. (González, et al., 2017)

El metabolismo y la vida en poscosecha de la fruta tienen una relación directa con la temperatura, esta variable interfiere en la tasa de respiración de la fruta; por ejemplo, a mayor temperatura (T°) mayor consumo de Oxígeno (O_2), y por ende, mayor producción de Dióxido de Carbono (CO_2), como subproductos de este proceso se encuentran el calor de respiración y el agua liberada al medio, estos por defecto dan como resultado la deshidratación del fruto (fruto arrugado y en algunos casos afecta la

acidez), esto debido a que los ácidos son usados como sustratos preferenciales para el proceso de respiración. (González, et al., 2017).

Durante la cosecha se propone la implementación de enfriamiento por aire forzado, el cual consiste en controlar la temperatura de la fruta desde la labor de cosecha, mediante esta estrategia es posible reducir la temperatura del cultivar desde 1 hasta 0°C. en menos de una hora. Este control de frío puede llegar mediante un túnel de pre-frío hasta la línea de empaque, para hacer eficaz el enfriamiento por aire forzado se debe también tener en cuenta las perforaciones, así como la orientación de los materiales de embalaje a fin de favorecer el flujo del aire frío.

Temperatura y humedad van de la mano, la regulación de estas permite disminuir el déficit de presión de vapor y la deshidratación, el control en la temperatura que idealmente es de 0°C, y el control en la humedad relativa, que va desde los 90 a los 96% contribuyen a la reducción en la pérdida de agua de la fruta y ha demostrado una duración mínima de 14 días. Una vez logrados estos controles es importante mantener la cadena de frío durante todo el proceso (cosecha, enfriamiento rápido, almacenamiento y transporte) para así evitar quiebres térmicos los cuales contribuyen a la degradación de la vida de poscosecha del fruto.

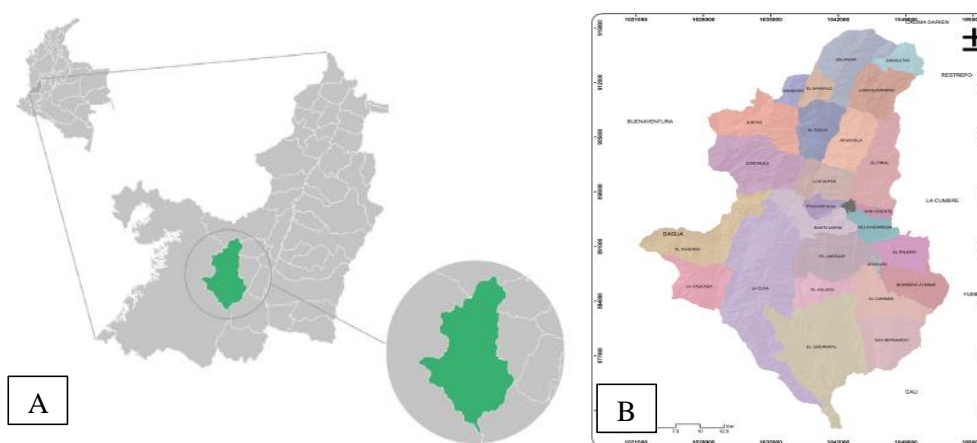
Municipio de Dagua, Valle del Cauca

Dagua es uno de los 42 municipios que se ubican en el departamento del Valle del Cauca, geográficamente se encuentra a 3°39'37" de latitud Norte y 76°41'34" de longitud Oeste, tiene un área de 899 km², equivalentes a 89.900 hectáreas, después de Buenaventura y Calima Darién es el tercer municipio más grande en extensión del

departamento. Se ubica al occidente del departamento del valle del cauca y limita con los municipios de: Norte: Calima Darién, Oriente: Restrepo, La Cumbre y Santiago de Cali, Sur: Santiago de Cali y Occidente: Buenaventura. (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001).

Figura 7

Municipio de Dagua Valle del Cauca.



Nota. (A) Ubicación del municipio de Dagua dentro del departamento del Valle del Cauca. (Cartografía CVC, 2015), (B) División político-administrativa del municipio de Dagua (Cartografía CVC, 2015). Tomado de, CIAT, & CVC., (2015).

El territorio es en su mayoría montañoso esto debido a que su relieve está constituido por la cordillera occidental de los Andes; los accidentes orográficos que más destacan en el territorio son: los farallones de Cali, las cuchillas de las Brisas y palo Alto, los altos de Doña Mariana y Panecillo y los cerros de Colinda, Cubilete, la Virgen y Palo Alto. A lo largo y ancho del territorio se encuentran; el río Dagua, río Anchicayá, río Jordán, río Salado, río San Juan, río San Jacinto, río Digua, y río Bitaco, aparte de

sus ríos cuenta también con gran cantidad de quebradas. (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001)

Sus características de clima en promedio son: temperatura 24°C, altitud 1.233 m.s.n.m., y precipitación de 1.159 mm anuales, (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001)

Tabla 10

Datos geográficos e hidroclimáticos del municipio de Dagua (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009)

Variable	Descripción	
Altitud (m.s.n.m.)	1.233	
Temperatura media (°C)	24	
Precipitación media anual (mm)	1159	
Superficie de pisos termicos (Km ²)	Calido	286
	Templado	510
	Frío	77
	Párammo	13
Extension (ha)	89.900	
Rios principales	Dagua, Anchicayá, Jordán, Salado, San Juan, San Jacinto, Digua, Bitaco, etc., así como una gran cantidad de quebradas menores	
Accidentes Orográficos	los farallones de Cali, las Cuchillas de las Brisas, los Altos de doña Mariana y Panecillo y los Cerros de Colinda, Cubilete, la Virgen y Palo Alto	

Nota. Elaboración propia, adaptado de CIAT, & CVC., (2015).

De acuerdo con la base de datos del SISBEN III, al 2020 la población total del Municipio es de 44.465 habitantes de los cuales aproximadamente el 79,42% se encuentran en el sector rural, (Alcaldía Municipal de Dagua, 2020) distribuidos principalmente en los Corregimientos de El Queremal, Borrero Ayerbe, San Bernardo,

El Palmar, El Limonar, Los Cristales, La Elsa, El Salado, El Naranjo y Loboguerrero (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001).

La explotación agropecuaria es la actividad principal del municipio, su economía está representada por las explotaciones ganaderas (mayor y menor), la agricultura y la agroindustria, la avicultura (huevos y carne), pesca, explotaciones mineras, y comercio e industria en menor escala (Gobernacion del Valle del Cauca, 2016)

Características Edafoclimáticas

Dagua goza de diferentes climas gracias a lo accidentada de su topografía, el municipio presenta dos grandes unidades climáticas; cuenca hidrográfica del río Dagua, y la segunda, concerniente a la cuenca del río Anchicayá. (CIAT, & CVC., 2015). Como resultado, aproximadamente el 61% de la extensión territorial (59.000 ha) pertenecen a la parte alta de la cuenca del río Dagua, y para la zona media de la cuenca del río Anchicayá el 31%. (CIAT, & CVC., 2015)

Las características climáticas de la cuenca del río Dagua son propias de la franja tropical, con gran influencia del Océano Pacífico, estas características provocan la circulación de corrientes de aire en dos direcciones, la primera proveniente del Océano Pacífico y su trayectoria es desde el mar hacia el continente con dirección sureste y noreste, según el relieve estas corrientes de aire transportadoras de humedad finalmente son descargadas en la parte más cercana al mar como precipitaciones fuertes y en las partes más altas de la cordillera occidental de la cuenca, en forma de vapor de agua en las partes más altas de la cordillera occidental aproximadamente a 2.200 m.s.n.m. (CIAT, & CVC., 2015; Alcaldía Municipal de Dagua, 2001).

Las características climáticas de la cuenca del río Anchicayá se enmarcan según las condiciones naturales de la Costa Pacífica vallecaucana, (clima tropical), se caracteriza por sus abundantes lluvias, las zonas propias de esta unidad climática presentan temperaturas altas mas no excesivas y una humedad relativa alta. (CIAT, & CVC., 2015).

Respecto al apartado de suelos, la localización del municipio sobre la Cordillera Occidental lo hace acreedor de una ubicación favorecida desde el punto de vista fisiográfico y ecológico, pues, el territorio presenta dentro del área diferentes cuerpos de gabro que se relacionan con la formación volcánica a la cual se cree que están genéticamente relacionados. (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001). Dicho lo anterior, se pueden distinguir dos formaciones geológicas: la primera es la formación Cisneros, la cual está compuesta por mezclas sedimentarias metamorfozadas, y la segunda es la formación Espinal, la cual la conforman rocas sedimentarias. Por otra parte las formaciones volcánicas diabasicas están compuestas por diabasas, lavas basálticas y lavas almohadilladas, incluyendo silos de dolerita y con numerosos horizontales de rocas sedimentarias. (CIAT, & CVC., 2015).

Clima

La parte alta de la cuenca del río Dagua y la parte media de la cuenca del río Anchicayá presentan características climáticas propias de la franja tropical que a su vez se encuentran ampliamente influenciadas con el Océano Pacífico. Estas condiciones determinan las variaciones climáticas que hacen presencia en el territorio, así como sus zonas de vida. (CIAT, & CVC., 2015)

Zonificación Climática Por Pisos Altitudinales. El municipio de Dagua en cuanto a su territorio es bastante extenso, a pesar de contar con algunas similitudes a lo largo y ancho del territorio las características de clima y suelo varían de norte a sur y de oriente a occidente, no obstante todas estas diferencias dadas en su extensión se consiguen resumir en 2 partes, gracias a las características que comparten en altura sobre el nivel del mar y temperatura, se obtiene la sectorización de los principales pisos térmicos, el primero entre cálido y templado, el cual se ubica desde el centro hasta el norte y el noroccidente, y el segundo que incluye los pisos térmicos templado, frío y de páramo se ubican desde el centro hacia el sur y suroriente del municipio.

Respecto a los estratos o pisos altitudinales en el municipio se tiene de referencia las cuencas; río Anchicayá y río Dagua, para este estudio el enfoque está en lo que corresponde al área de la cuenca del Río Dagua. En el cuadro a continuación se muestran las relaciones en cuanto a área que ocupa cada estrato en el municipio.

Tabla 11

Distribución del área de las cuencas en el territorio municipal (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009)

Estratos	Cota (msnm)	Área cuenca río Dagua	Área cuenca río Anchicayá	Área total (has)
I	0 - 60	0	0	0
II	60 - 200	0	6.058	6.058
III	200 - 700	4.971	6.404	11.375
IV	700 - 1.100	8.987	19.840	28.827
V	1.100 - 1.700	34,659	378	35.037
VI	1.700 - 2.200	8.603	0	8.603
TOTALES		57.220	32.680	89.900

Nota. Elaboración propia, adaptado de Alcaldía Municipal de Dagua, (2001).

Como se observa en la tabla, el 25,03% del área, correspondiente a 32.680 ha, que corresponden a la cuenca del río Anchicayá se localizan sobre los pisos altitudinales II, III, IV y V. Por otro lado el 74,97% del área, equivalente a 57.220 ha corresponden a la cuenca del Río Dagua y se ubican en los pisos altitudinales de los estratos III, IV, V, y VI.

Distribución espacial de la temperatura. En el municipio el régimen de temperatura es bimodal, las diferencias térmicas van de la mano y varían de acuerdo con la humedad atmosférica y la altitud sobre el nivel del mar, y aunque los contrastes térmicos no son muy marcados, para las cuencas de los Ríos Dagua y Anchicayá se distinguen diferentes gradientes de temperatura determinadas por las características fisiográficas y altitudinales que resultan en las variaciones climáticas de la zona.

En la cuenca del Río Dagua, para las zonas más altas y un poco más bajas de los 1.700 m.s.n.m. el promedio de temperatura es de 17°C, para el corregimiento del Queremal se registra una temperatura media de 18.9°C, por su parte sobre el área urbana y Loboguerrero correspondiente al sector medio de la cuenca se registra una temperatura media anual es de 26°C, con una temperatura máxima que puede superar los 30°C y con temperatura mínima que puede bajar de los 20°C. (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001).

En lo concerniente a la cuenca del río Anchicayá las temperaturas son propias de las zonas ecuatoriales. La temperatura promedio mensual es de 28°C, la temperatura media mensual va desde los 30°C y los 21°C máxima y mínima respectivamente. Los promedios mensuales pueden presentar variaciones, usualmente menores que 1°C. Las temperaturas en extremo bajas prevalecen sobre la región costera de la cuenca.

(Alcaldía Municipal de Dagua, 2001)

Vientos. De acuerdo con el Plan Básico de Ordenamiento Territorial, PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009, (2001) en la región que abarca la cuenca del Río Dagua no hay presencia de estaciones meteorológicas que contengan información o registro de vientos. No obstante, los registros en la distribución de las lluvias muestran la influencia de los vientos alisios y las corrientes del Pacífico en su ocurrencia. En la parte media y baja de la cuenca del Río Dagua durante las horas del día las corrientes de aire dominante soplan con dirección océano - continente (oeste a este), de ahí las frecuentes lluvias sobre las vertientes durante las primeras horas del día, y en horas de tarde se desplaza hacia las zonas de colina. Durante las horas nocturnas se presentan corrientes en sentido contrario a las que se presentan durante el día, los vientos circulan de continente a océano y como resultado las lluvias predominantes se presentan durante la noche y el amanecer sobre las zonas costeras.

Por su parte, en el sector alto de la cuenca del río Dagua predominan los vientos del Pacífico, cuya circulación en las primeras horas del día va con dirección sudoeste – noreste y en las últimas horas de la tarde se mueven con dirección sur – norte y se caracterizan por ser corrientes más fuertes y rápidas.

De norte a sur del municipio se distingue la influencia de dos corrientes principales, la primera influenciada por los vientos húmedos del pacífico hacen presencia sobre el sector de el corregimiento del Queremal, los segundos son los vientos secos descendentes que hacen presencia en el sector de Loboguerrero y cuya presencia ejerce una acción secante, pues la mayoría de estas corrientes vienen cargadas de sales que ejercen efecto sobre la temperatura y la humedad del suelo y de las plantas, es por esto que la evaporación y evapotranspiración se ven incrementados y las actividades

agrícolas sobre las zonas de El Limonar, El Salado, El Piñal, Loboguerrero, El Jordán y La María se ven implicadas.

Humedad Relativa (HR)

En las regiones del municipio cuya altitud sobre el nivel del mar supera los 1.800 m presenta una humedad relativa alta (bosque de niebla), muy cerca de su punto de condensación. Entre las partes media - alta de la cuenca del río Dagua la humedad relativa media es del 85%. Y, hacia la parte media - baja la humedad relativa ronda entre el 50 al 60% (zona de Loboguerrero), en adelante, hasta los sitios de mayor humedad relativa, el valor supera el 80% todo el año. (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001)

Suelo

El municipio de Dagua presenta dos formaciones geológicas: la primera que presenta intercalaciones sedimentarias metamorfizadas corresponde a la formación de Cisneros, y la segunda por rocas sedimentarias corresponde a la formación Espinal. Las formaciones volcánicas diabásicas están compuestas por diabasas, lavas basálticas y lavas almohadilladas, incluyendo silos de dolerita y con numerosos horizontales de rocas sedimentarias. (CIAT, & CVC., 2015)

debido a su origen o procedencia, los suelos del municipio comparten muchas características físicas, los primeros formados por sedimentos medianos y gruesos mezclados con piedra, y/o grava, cantos o fragmentos angulares. Los segundos resultantes de cenizas volcánicas o de arcillas producidas por la meteorización de diabasas y basaltos y tercero el sedimento aluvial fino. (Alcaldía Municipal de Dagua,

2001). En el área de estudio, comprendida principalmente por regiones correspondientes a la Cuenca del Río Dagua, la profundidad efectiva del suelo va desde superficial a moderadamente profunda y profunda, con niveles de drenaje entre bueno a excesivos (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001).

Uso potencial del suelo. La cartografía que define el uso del suelo del municipio emitido por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en el año 2014 establece que la mayor extensión del territorio (46.787 ha) se categoriza como área forestal protectora, un equivalente del 55%, le siguen las áreas reservadas para la conservación y protección ambiental (35.230 ha), representando el 41.8% del total del territorio municipal. Cabe destacar que a pesar de la vocación agrícola del municipio son muy pocas las áreas denominadas con potencial o vocación agrícola, lo que resulta en una limitante para el desarrollo de estas actividades. (CIAT, & CVC., 2015)

Después de una búsqueda extensiva y teniendo en cuenta los datos mencionados anteriormente en el apartado de características edafoclimáticas y de acuerdo con el PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009, (2001) se realiza la tabla donde se resumen de acuerdo con sus características en altitud, temperatura y otras variables las veredas y corregimientos del municipio de Dagua con potencial para la producción del Arándano.

Agricultura

El sector agrícola es el eje principal de la economía dagüeña y se sustenta en cultivos de café, piña, caña panelera, frutas, maíz, plátano, cacao y frijón. (CIAT, & CVC., 2015)

La actividad más representativa del municipio es la agropecuaria. Su ubicación geográfica privilegiada da lugar a una diversidad climática que se asocia a los diferentes pisos térmicos, estos factores favorecen las actividades agrícolas, pecuarias y de agroindustria o de transformación. Las áreas sobre la cuenca del Río Dagua han sido destinadas principalmente para el desarrollo de actividades de pastoreo de ganado bovino, así como para el establecimiento de cultivos de pancoger, café, piña y entre otros, y la construcción infraestructura relacionadas. El agua utilizada para el desarrollo de estas actividades proviene de los diferentes ríos y quebradas menores del municipio. A diferencia de la cuenca del río Dagua, gracias a las características de conformación y calidad de las tierras de la cuenca del río Anchicayá son idóneas para la sostenibilidad del bosque protector y productor de agua, por el contrario, para la actividad agropecuaria no es muy apta.

De igual manera sobre la cuenca del Río Anchicayá se localizan áreas que han sido destinadas a fines similares a los descritos anteriormente.

Unidades de Zonificación Agroecológica

De acuerdo con CIAT & CVC, (2015), para la parte alta de la cuenca del río Dagua se encuentran subdivisiones en lo relacionado con el uso de suelo en la agricultura.

Tierras cultivables (C) subunidad C2. Se sitúan hacia el norte y oriente de los corregimientos de San Bernardo y El Carmen, y en inmediaciones del Río Pepitas, localizado en el corregimiento de Cristales. Geomorfológicamente los paisajes son montañosos y sus suelos evidencian un desarrollo a base de rocas ígneas (diabasas

moderadamente alteradas), y cenizas volcánicas. En cuanto al clima, predomina el correspondiente al piso térmico húmedo, con altitudes que van desde los 1.200 a 1.800 m.s.n.m., y cuyas temperaturas oscilan desde los 17 a los 24°C con precipitaciones anuales mayores a 1.000 mm, cabe destacar que a pesar de a pesar que estas regiones presental clima mayormente húmedo existen algunas áreas cuyo clima es más caliente y seco, tal es el caso del cañón del Río Dagua.

Tierras cultivables (C) subunidad C4. Estas tierras se localizan hacia el norte y oriente sobre los corregimientos del Queremal, San José del Salado (Norte) y Santa María, y en algunas inmediaciones de los corregimientos del Limonar, y Borrero Ayerbe (Sur y Noreste). El clima es el correspondiente al clima medio húmedo, y cuyas altitudes están entre los 1.100 a 1.300 m.s.n.m., con un rango de temperaturas desde los 17 a los 24°C y precipitaciones de aproximadamente 2.000 a 4.000 mm anuales. El uso del suelo está recomendado para cultivos de leguminosas (frijol, habichuela, arveja e.o) y hortalizas (tomate, cebolla de rama, perejil y cilantro). Debido a las características del relieve, las prácticas de siembra deben incluir diseños con curvas de nivel, terracetos, y drenajes así como el establecimiento de coberturas (pasto mani) y barreras vivas (limoncillo o citronela), en las labores culturales, para control de arvenses se recomiendan el uso de machete o guadaña y un sistema de riego por aspersión o por goteo.

Comercialización

Estado del Arándano en el Mundo

El cultivo comercial del arándano nace con Elizabeth White, en el año de 1890 donde se interesó y vio la capacidad cultivable de este fruto. (Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al., 2023).

Actualmente el arándano es cultivado a nivel mundial, se incluyen los continentes de América, Europa, Asia, Oceanía y África. el cultivo de esta especie se realiza en diversidad de regiones y los principales países productores comparten características de clima (fríos y templados), con veranos cálidos y secos (Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al., 2023).

Debido a su popularidad y a su utilidad en la salud, el arándano ha experimentado un aumento constante. Solo en los últimos cinco años se ha visto ampliamente elevado el consumo de arándanos a nivel mundial. este fruto se usa para la una diversidad de subproductos que incluye jugos, mermeladas, salsas y postres (Fang et al., 2020, como se citó en Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al., 2023). De acuerdo con Massaglia et al. (2017) como se citó en Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al., (2023), solo en el periodo 2012 - 2019 se duplicó el consumo de arándanos en el mundo. De acuerdo con el informe de la FAO del 2021, para el año 2019 se registró un consumo 666.000 toneladas, representando un incremento del 9,2% en relación al año anterior, (Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al., 2023) en general, el consumo de arándanos es una tendencia en constante crecimiento y se espera que a medida que más consumidores

descubran las propiedades y los beneficios que este tiene para la salud esta tendencia siga en aumento.

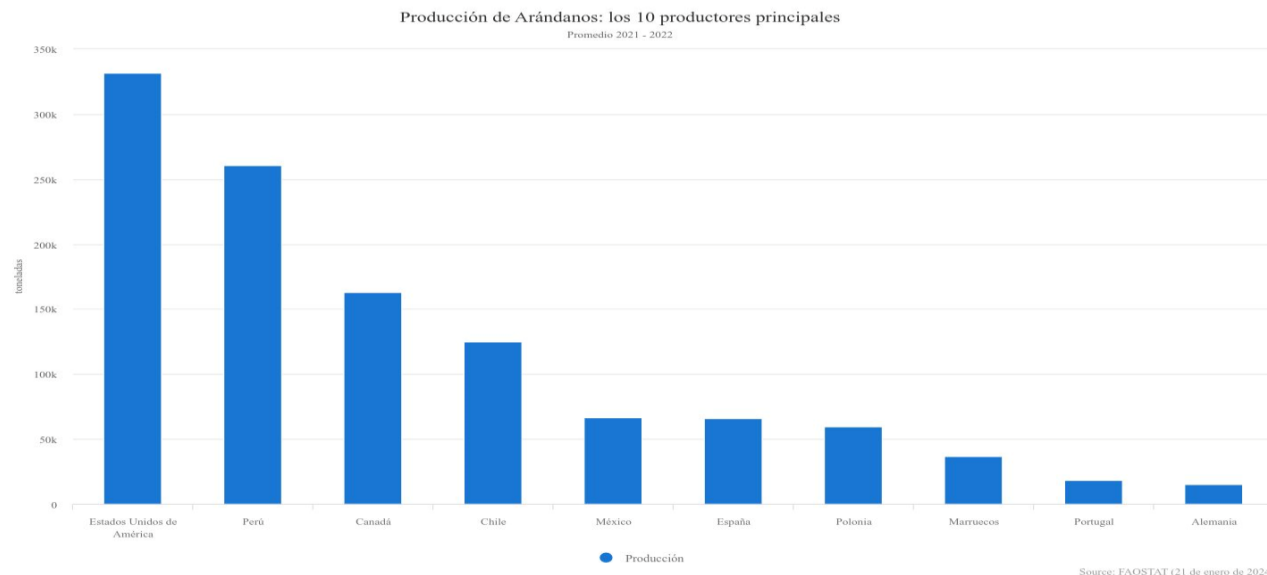
La comercialización del arándano tiene lugar en diferentes canales tales como son; el comercio al por mayor y al por menor, los supermercados, las tiendas y los mercados en línea. (Peano et al., 2017, como se citó en Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al., 2023), el mercado del arándano se caracteriza por sus atributos y su competitividad, esta última ampliamente relacionada con la innovación y la capacidad de los productores, impulsada por la demanda de sus consumidores.

Países Productores de Arándanos

En los últimos años el aumento en la demanda del arándano ha conllevado a la expansión de áreas cultivadas y por ende al incremento significativo de la producción. A nivel mundial para el año 2022 los tres países con mayor producción de arándanos fueron Estados Unidos (EE.UU) Perú, y Canadá, entre estos componen cerca del 80% de la producción mundial total, y le siguen en menor medida Chile, México y España, (FAO, 2023)

Figura 8

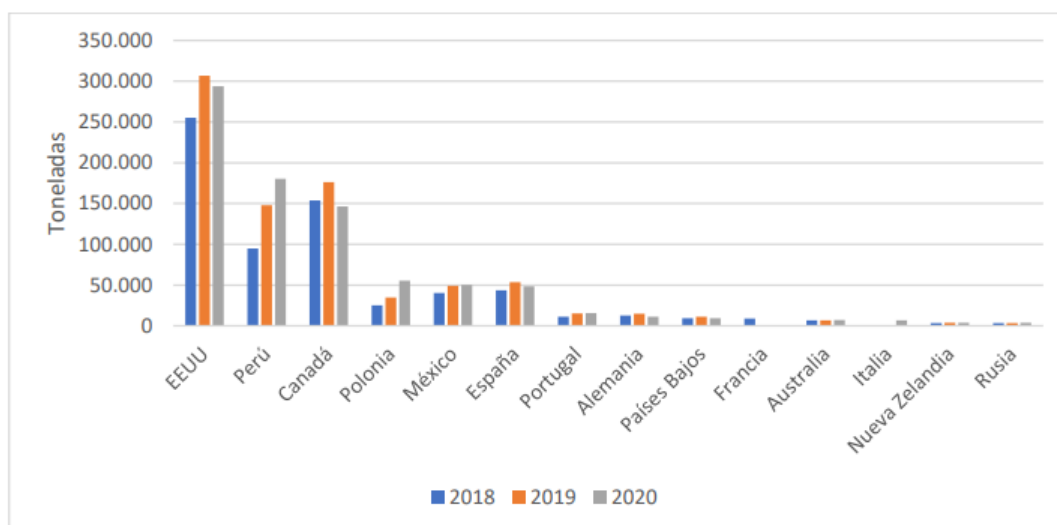
Principales países productores de arándano al 2022 (FAOSTAT).



Nota. Principales 10 países productores de arándanos en el mundo. Adaptado de, FAO, (2023)

Figura 9

Principales países productores de arandano al 2020 (FAO).



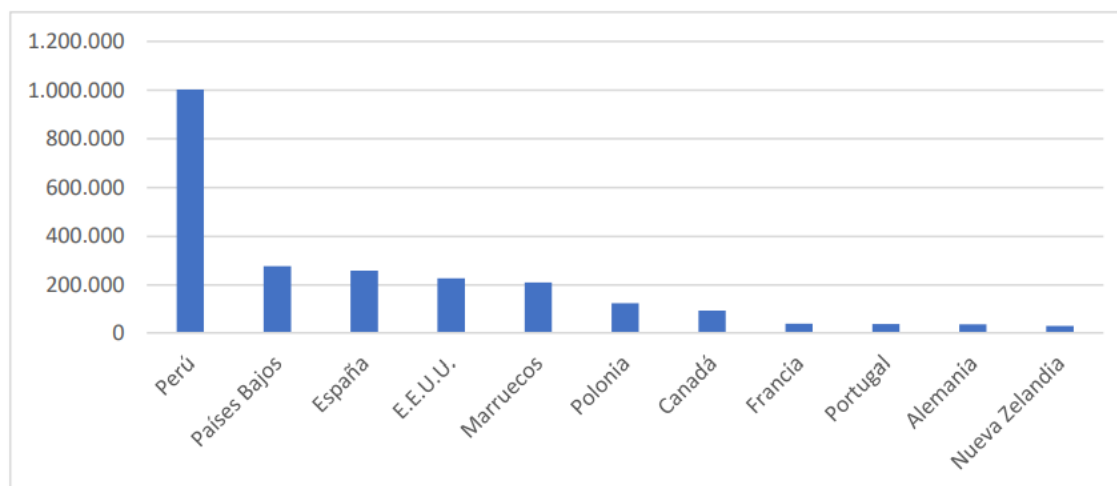
Nota. Comportamiento del volumen de producción desde el 2018 al 2020 de los primeros 12 países que producen arándanos, adaptado de Fernández Calvete, Ó., (2022).

Países Exportadores de Arándanos

En el apartado de exportaciones mundiales de arándanos, la lista se encuentra liderada por Perú, este país exporta aproximadamente el 50% del volumen total, a pesar de que desde sus inicios han transcurrido poco más de 2 décadas, este en los últimos años se ha convertido en una verdadera potencia económica en este producto, en la lista le siguen Países Bajos, España, EE. UU. y Marruecos, (Fernández Calvete, Ó., 2022).

Figura 10

Principales países exportadores de arandanos al 2020 (FAO).



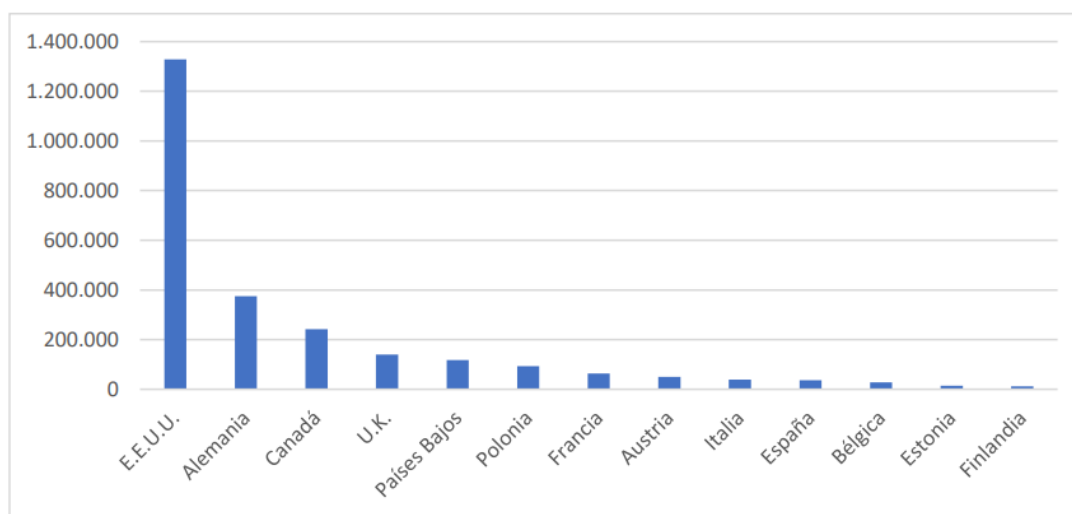
Nota. Adaptado de Fernández Calvete, Ó., (2022).

Países Importadores de Arándanos

Las importaciones de arándanos se encuentran lideradas por el país que es considerado como el principal consumidor mundial de arándano, de acuerdo con la FAO, (2021) su consumo per cápita es de 1,4kg por año. Este país es a su vez el mayor productor e importador a nivel mundial, EE. UU., importa más del 50% del volumen total. Detrás de este se posicionan y con mucha diferencia Alemania, Canadá, UK y Países Bajos. (Fernández Calvete, Ó., 2022).

Figura 11

Principales países importadores de arándanos al 2020 (FAO).



Nota. Adaptado de Fernández Calvete, Ó., (2022).

Países Según Rendimientos en la Producción de Arándanos

Además de ser el mayor exportador y el segundo productor de arándanos a nivel mundial, Perú también se posiciona en el primer lugar cuando de rendimientos por

hectárea se habla, en función de los distintos países se enlistan aquellos que ocupan los tres primeros lugares; Perú, España y México.

El mercadeo del arándano se caracteriza por su dinamismo y constancia, sus avances constantes se ven impulsados por la demanda de sus consumidores, la innovación y el avance tecnológico. Se especula que estas tendencias continuarán a futuro, y que a nivel mundial seguirá siendo atractivo tanto para productores, distribuidores y consumidores. Tanto a nivel económico como social, la producción y comercialización del arándano registra un gran impacto, pues este representa buena rentabilidad al productor y es generador de fuentes de empleo.

La constantemente creciente demanda del arándano en los diferentes países a nivel mundial han sido generadores de nuevas aperturas y ampliaciones en los mercados internacionales, estos a su vez han resultado en un impacto positivo para la producción mundial lo cual se ve dinamizado por el aumento de los cultivos y la ampliación en las áreas cultivadas en muchos países del mundo. Asimismo, la comercialización y venta del arándano no solo tiene impacto sobre el productor y el comercializador sino también sobre sus consumidores, pues, además de su agradable sabor, diferentes estudios han demostrado su gran valor nutracéutico y sus diferentes beneficios para la salud tras su consumo, entre otros se enlistan; la prevención de enfermedades cardiovasculares, la mejora de la función cerebral y la prevención del cáncer.

Estado de Producción del Arándano en Colombia y Valle del Cauca

El cultivo de arándanos se desarrolla en el país desde hace más de 2 décadas. Pero, fue solo hasta finales del año 2019 que inició su paso por la industrial. (Miranda,

D, et al. 2021). En Colombia se cultiva el arándano principalmente en los departamentos de Cundinamarca (400 ha), Boyacá (200 ha), Antioquia (15 ha) y valle del cauca (5ha) (Cleves Leguizamo & Sol, 2022). Según estudio de la Asociación Colombiana de Blueberries y Proplantas, en solo 3 años se cuadruplicó el área total establecida de arándanos en el país, pues el país pasó de tener 130,6 ha sembradas en el 2017 (AGRONET, 2021) a más de 500 ha de arándano azul en el 2020 (Miranda, D, et al. 2021). Las áreas sembradas con mayor extensión se distribuyen entre los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, sin embargo, Antioquia y Valle del Cauca también han reportado participación; según estudios sobre los departamentos pioneros, Boyacá, Cundinamarca y Antioquia son los que reportan las condiciones más favorables para el establecimiento de este cultivar, aun así la ampliación de estos estudios incluyen a la lista otras regiones del país, que, por características climáticas también resultan potenciales para su establecimiento, estos departamentos son: Santander, Nariño, Cauca y Valle del Cauca, entre los agricultores de estas regiones también existe una alta disposición para incursionar en la producción de esta fruta. En Boyacá, debido al incremento en su número de hectáreas de producción las siembras ya se empiezan a registrar con mayor notoriedad, los municipios con mayor participación son Sotaquirá, Villa de Leiva, y Duitama. Esta fruta, y entre otras, sumado a las características de suelo, clima y la experiencia de los productores ubican a Boyacá en el ranking de las regiones con mayor producción para la exportación. Por su parte, el departamento del Valle del Cauca está recién incursionando en la producción de esta baya, de acuerdo con Rodríguez, (2017) en su estudio de departamentos con altas probabilidades de adaptabilidad para el cultivo de arándanos y aunque no se menciona, en sus gráficos de

mapas con datos propios y del IDEAM aparecen municipios pertenecientes a este tales como Cali, Dagua, Calima Darién, Riofrío, Trujillo y entre otros.

De acuerdo con (ProColombia, 2020, como se citó en Miranda, D, et al. 2021) respecto del año 2019 y aún con las restricciones ocasionadas por la pandemia del COVID-19, las exportaciones de arándano en Colombia aumentaron en un 387%, el mayor comprador es Estados Unidos, aunque también hay otros países que importan desde Colombia tales como Chile, Países Bajos, Panamá y Aruba. De acuerdo con informe de ProColombia, 2020, las ventas internacionales de este fruto sumaron US\$ 1.228.958 en 2020 (Miranda, D, et al., 2021).

Tabla 12

Departamentos y su participación en áreas de siembra de arándanos al año 2021

(Carrillo 2021; Arándanos de chía, 2018)

Departamentos	Área Sembrada
Boyacá	200
Cundinamarca	400
Antioquia	15
Valle del Cauca	5
Total	620

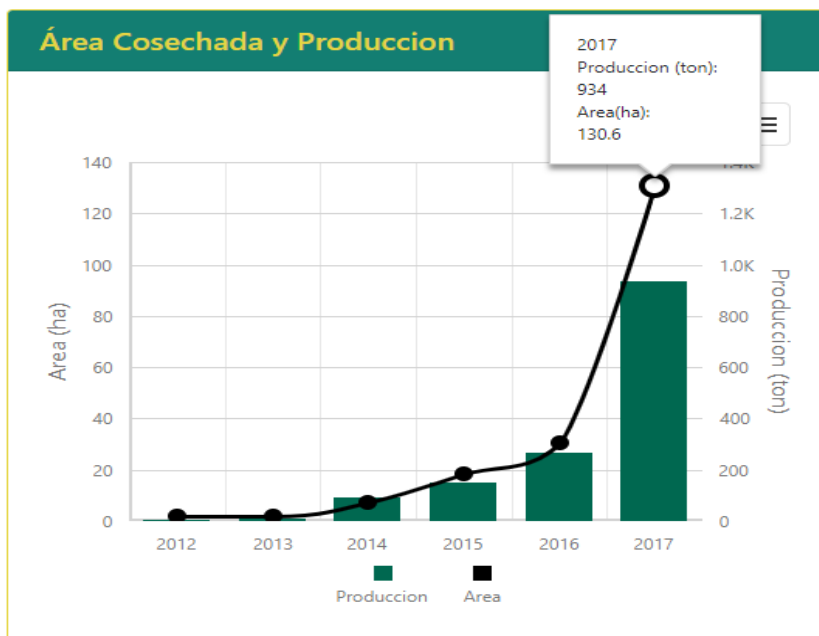
Nota. Elaboracion propia, adaptado de Cleves Leguizamo & Sol, (2022)

Area y Produccion de Arándanos en Colombia

Durante la última década el área establecida y la cantidad producida de arándanos en el país ha incrementado de forma exponencial, de acuerdo con la base de datos de AGRONET, (2021), para el 2017 la producción nacional alcanzó las 934 ton en un área de 130,6 ha.

Figura 12

Área cosechada y Producción de Arándanos en Colombia al 2017.



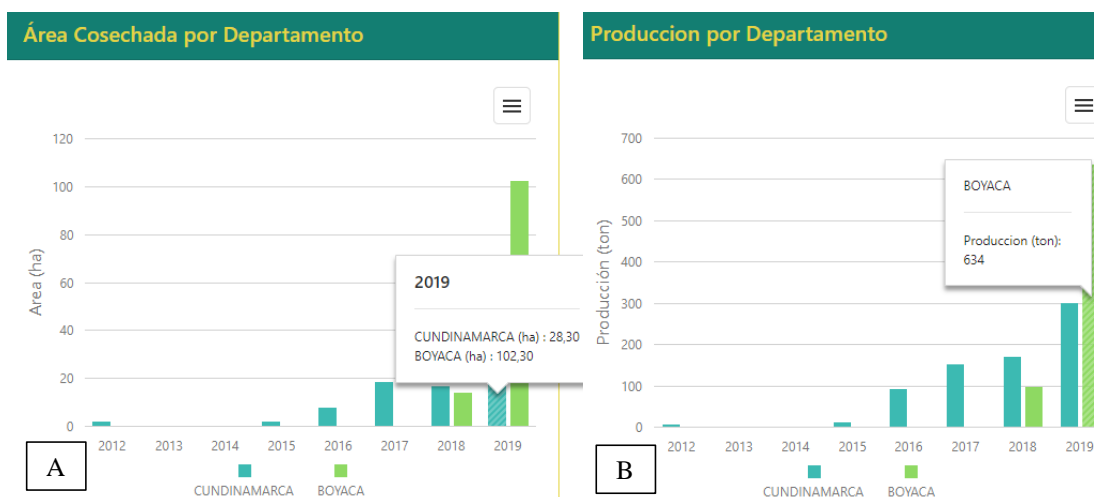
Nota. Elaboración propia, Adaptado de AGRONET, (2021).

Área y Producción de Arándanos – Principales Departamentos

A nivel nacional los departamentos más representativos en la producción de arándanos son Boyacá y Cundinamarca, debido a su trayectoria (tiempo), estos dos departamentos mantienen una participación activa, al 2019 estos presentaron un crecimiento de al menos el 100% tanto en área establecida como en producción.

Figura 13

Comportamiento durante el periodo desde 2012 hasta 2019 del área cosechada y producción de arándanos en Colombia. (AGRONET, 2021)



Nota. (A) Área cosechada de arándanos por departamentos. (B) Producción de arándanos por departamentos al 2019. Elaboración propia, Adaptado de AGRONET, (2021).

Participación en Área Cosechada a Nivel Nacional – Principales Departamentos

Durante el último quinquenio, desde que el departamento de Boyacá inició su participación en la producción de arándanos, este ha tenido un incremento en área establecida y producción, contrario al departamento de Cundinamarca el cual en el mismo tiempo ha experimentado un decrecimiento.

Figura 14

Participación en área cosechada por departamentos al 2019.



Nota. Elaboración propia, adaptado de AGRONET, (2021)

Potencial Productivo de Colombia para el Cultivo de Arándanos

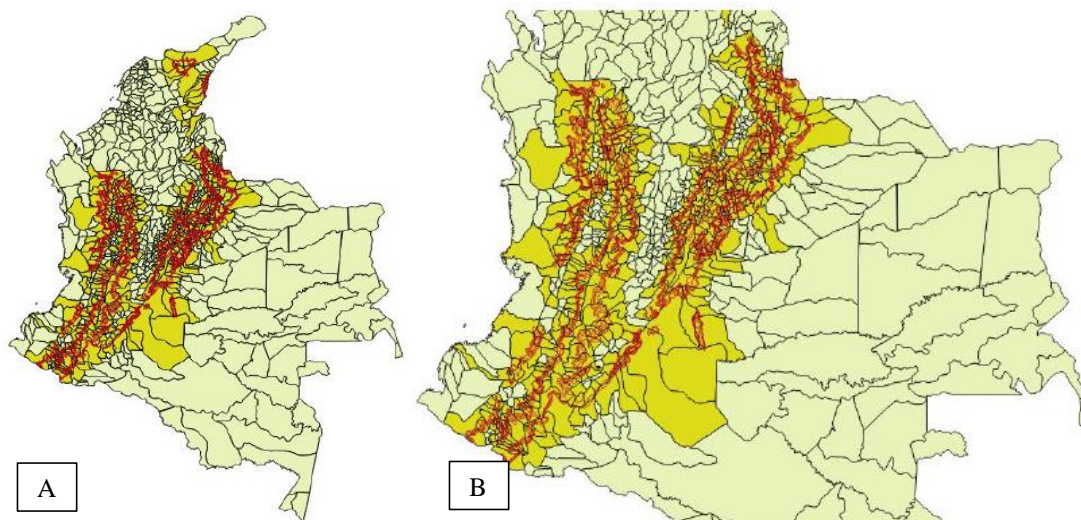
El investigador y biólogo estadounidense William Johns, durante los años 90s fue uno de los pioneros en incursionar con el establecimiento del arándano en Colombia, junto con su compañero e ingeniero agrónomo Patricio García Fernández realizaron pruebas en diferentes partes de Colombia, como resultado de su investigación solo quedaron registros de la información captada y las pruebas que hoy por hoy son parte de la historia, pues, los en cuanto a adaptación y supervivencia de la planta no obtuvieron resultados favorables, aun así a través del tiempo el cultivo del arándano se logró implementar con éxito. (Farfán Casallas, 2016). A la fecha, en Colombia se cultivan tres tipos de arándanos: el arándano bajo (*vaccinium angustifolium alton*), el arándano ojo de conejo (*vaccinium ashei reade*) y arándano alto (*vaccinium corymbosum l.*). La mayor cantidad de área plantada en Colombia es del tipo arándano alto, variedad Biloxi, más conocido popularmente como arándano azul, mora azul o blueberry. Según la líder

gremial de la Asociación Arándanos de Chía, podría decirse que más del 90% de la producción actual es de esta variedad.

Las especies silvestres de *Vaccinium* se distribuyen a lo largo de la Cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta Bolivia, la altura fluctúa entre 1500 y 4700 m.s.n.m. (Jorgensen & Ulloa, 1994; Gavira et al., 2009; Teillier et al., 2019 como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021). En Colombia el género *Vaccinium* se localiza en los departamentos de Antioquia, Boyacá y Cundinamarca (Pinilla & Nates, 2015, como se citó en Meléndez-Jácome, et al., 2021), y más recientemente en el departamento del Valle del Cauca (Carrillo 2021; Arándanos de chía, 2018), su posición geográfica que se encuentra entre los 1200 a 3000 m.s.n.m. presentan las condiciones ideales para el buen desarrollo del cultivo, así mismo se ha expuesto que las características edafoclimáticas del departamento (suelo, radiación, clima y humedad relativa) coinciden con las requeridas por estas plantas para su desarrollo. (Alcaldía Municipal Santa Rosa de Osos, 2021).

Figura 15

Mapas de Colombia con Relieve de 1800 a 2300 m.s.n.m. y departamentos que intersecta.



Nota. (A) Vista general del mapa de Colombia con zonas de Altitud de 1800 a 2800 m.s.n.m. y la selección de municipios intersectados en el relieve. (B) Vista centrada del mapa de Colombia con zonas de Altitud de 1800 a 2800 m.s.n.m. y la selección de municipios intersectados en el relieve. Tomado de. Rodríguez, (2017).

De acuerdo con Rodríguez, (2017), y su estudio de adaptabilidad del cultivo de arándanos por pisos altitudinales en Colombia en la (Figura 15) se observa la selección de los municipios que son intersectados, y que pueden ser aptos para el cultivo de arándano 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.

Rodríguez, (2017) y sus datos recopilados del IDEAM en las tablas que enlistan los departamentos con características agroclimáticas basadas en la altitud que pueden presentar mayor adaptabilidad para el cultivo de arándanos se encuentran, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Cauca, Caldas, Huila, Nariño, Norte de Santander, Santander, y Tolima, no obstante ratifica la existencia de 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. Entre otros municipios que se encuentran en zonas de influencia en el Valle del Cauca son Cali, Dagua, Calima Darién, Riofrío, Trujillo.

Tabla 13

Temperaturas aproximadas en diferentes pisos altitudinales (IDEAM S.F.)

Elevación (m.s.n.m.)	T° Mínima Média (°C)	T° Média (°C)	T° Máxima Média (°C)
0	23,4	28,2	33,2
500	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	22,2
2.500	9,7	14,2	19,5
3.000	6,9	11,4	16,7
3.500	4,2	8,6	14,00
4.000	1,4	5,8	11,2

Nota. Elaboración propia, adaptado de Rodríguez, (2017)

Colombia por estar localizado en la línea del Ecuador, y el cultivo de arandano al adaptarse muy bien a las condiciones edafoclimaticas del tropico alto colombiano, y a la oferta ambiental de la Región Natural Andina, tiene la característica en llevar la producción de arándanos azules producción durante las 52 semanas del año. Esta ventaja competitiva es ideal para exportar a países como Estados Unidos y a la Unión Europea, que demandan esta fruta todo el año y de acuerdo con Cleves Leguizamo & Sol, (2022), los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de arándanos en Colombia toman la altitud desde los 1300 a los 3000 m.s.n.m. con un rango óptimo de temperatura desde los 16 hasta los 25°C y por ende, a continuación se enlistan las ventajas competitivas para el establecimiento y producción de arandanos en Colombia.

Tabla 14

Ventajas competitivas de Colombia para el establecimiento del cultivo de arandanos

(Cleves, 2020).

No.	Características
1	Condiciones agroclimáticas óptimas: excelente oferta ambiental
2	Ubicación geográfica estratégica: esquina de Suramérica (2 mares), disponibilidad de puertos tecnificados en el océano atlántico y pacífico, adecuadas vías y aeropuertos disponibles
3	Disponibilidad de logística adecuada: infraestructura disponible
4	Disponibilidad de mano de obra calificada
5	Amplia oferta de productos y servicios para los cultivos
6	Disponibilidad de recursos: financiación
7	Acuerdos comerciales con países consumidores
8	Producto admisible en mercados internacionales
9	Productos permanentes (52 semanas del año)
10	Fruta de excelente calidad: tamaño, color y sabor
11	Frutal priorizado en las políticas agropecuarias del estado colombiano
12	Avances continuos en investigación de técnicas de manejo fitosanitario y cultural
13	Implementación constante de procesos de certificación
14	Estandarización de la calidad: exigentes prácticas de poscosecha
15	Diversificación de la industria floricultora: mentalidad empresarial
16	Avances en la investigación con enfoque regional
17	Adecuada logística para productos perecederos: infraestructura de cadena de frío
18	Disponibilidad de asistencia técnica: estatal y privada (gremial)
19	Alto potencial productivo: superior a otros países
20	Alta rentabilidad
21	Cultivo de gran potencial
22	Disponibilidad de información técnica para producción en condiciones del trópico alto
23	Producto con propiedades nutraceuticas y medicinales
24	Cultivo con adaptación a condiciones de alta pendiente
25	Mayor productividad comparativamente con otros países
26	Desarrollo tecnológico de diferentes sistemas de producción

Nota. Elaboración propia, adaptado de Cleves Leguizamo & Sol, (2022).

Potencial Productivo del Valle del Cauca para el Cultivo de Arándanos

Gracias a su alta producción y amplias extensiones de cultivos el departamento del Valle del Cauca es una región con gran liderazgo agrícola cuyo resultado lo posiciona con fuerza a nivel nacional e internacional en la producción de frutas y verduras.

El producto estrella del departamento es la caña, se superan 207,083 hectáreas o el 66% de la tierra plana en el valle (Welch & Muriel, s.f). frente a las casi 112.471 hectáreas que se producen de frutales, en cultivos de importancia comercial nacional e internacional tales como la piña, el mango, aguacate, limón Tahití, y otros frutos.

En los últimos años las grandes importaciones de frutas tales como la uva, en especial la uva chilena y la canadiense, e incluido el Blueberry han presentado una gran aceptación en el mercado nacional, pero, en su mayoría estos son provenientes de Chile, Perú y Canadá, por esta razón empresas del agro en el Valle del Cauca están enfocadas en realizar una introducción en el mercado de productos cuya base sea la producción limpia u orgánica y de costos asequibles al consumidor final, haciendo que el producto que está comenzando a ganar mercado a nivel nacional sea competitivo y estén con un valor casi correspondiente al del importado.

A nivel nacional se encuentran empresas que se enfocan y especializan en la producción y comercialización del arándano, Arándanos de Chía (Cundinamarca), Arandazul (Antioquia) y Bervalle (Valle del Cauca), esta última se ha enfocado en realizar la producción de 6.000 plantas de Blueberry de variedad biloxi, con el fin de levantar registros sobre los costos de producción, y rentabilidad del cultivo en el

departamento. Esto debido a que la aun insipiente trayectoria de este cultivo en el departamento no cuenta con mucha información o base documental específica para la zona. Camilo Lozano, presidente de la junta de Asocolblue explicó en el 2020

...“Pese a que este es un cultivo joven, ya que tiene cerca de 25 años desde su llegada a Colombia, solo hace seis años se empezó a trabajar en los cultivos de arándanos de forma industrial y pensado como un negocio de exportación”.

(HannaColombia, 2020)

Por su parte, Flavia Santoro, presidenta de Procolombia, destacó que se están trabajando en estrategias para que se pueda sacar el mayor provecho a esta fruta y, por supuesto, a todas las ventajas que se tienen en el país. (HannaColombia, 2020), aunado a lo anterior, a mitad del mes de junio del año 2020 se conformó una mesa interinstitucional entre el Ministerio de Agricultura, Colombia Productiva, iNNpulsa, ProColombia y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, para apoyar e incentivar la producción y exportación del arándano azul. (HannaColombia, 2020)

Pese a que hay muy poca información sobre el comportamiento productivo y la producción misma del arándano a nivel regional existen grandes expectativas para sumarse a este nuevo proyecto Nacional. Por su parte en la actualidad existen áreas establecidas de arándanos en el municipio de Dagua, más específicamente en el corregimiento de Borrero Ayerbe.

Potencial Productivo del Municipio de Dagua para el Cultivo de Arándanos

Después de una búsqueda extensiva y la recopilación aquí contenida sobre los requerimientos edafoclimáticos del cultivo y la caracterización edafoclimática del

municipio de Dagua se identifican algunos corregimientos y veredas de esta región con potencial de adaptabilidad para el cultivo de arándanos, Tocotá, el Limonar, el Jordán, las Camelias, el Carmen, Borrero Ayerbe, el Palmar, Santa María y el Queremal son candidatos potenciales para el establecimiento de arándanos.

En el apartado de clima se encontró que los corregimientos y veredas previamente mencionados cuentan con climas que se encuentran dentro de la categoría de medio seco, medio húmedo y muy húmedo, cuyo rango altitudinal registrado de estos se encuentra entre los 1.200 a los 2.200 m.s.n.m., (Alcaldía Municipal de Dagua, 2001) y, de acuerdo con la (Tabla 13, pág. 73) en estos rangos de elevación la temperatura media oscila entre los 17 y 22,6°C aproximadamente, la tabla en mención se usa como referencia para determinar temperaturas debido a que el municipio no cuenta con estación meteorológica y no es posible obtener datos más precisos u oficiales.

A continuación, se presenta la tabla donde se resumen de acuerdo con sus características en altitud, temperatura y otras variables de clima las veredas y corregimientos del municipio de Dagua con potencial para la producción del Arándano.

Tabla 15

Información climática de Veredas y corregimientos del municipio de Dagua aptos para la producción de Arándanos. (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009, 2001; Rodríguez, 2017).

Información climática de acuerdo con el PBOT del municipio de Dagua, Valle del Cauca			Temperatura aproximada de acuerdo con el piso altitudinal (IDEAM S.F)		
Vereda/ Corregimiento	m.s.n.m	Clima	T° Media. (°C)	T° Max. (°C)	T° Min. (°C)
Tocotá.	1200 - 1800	Medio húmedo	19,8 - 22,6	25,0 - 27,7	15,2 - 17,9
El Limonar, El Jordan.	1.300 - 2.000	Medio seco	17 - 22,6	22,2 - 27,7	12,4 - 17,9
Las Camelias, El Carmen, Borrero Ayerbe, El Palmar.	1.300 - 1.800	Medio húmedo	19,8 - 22,6	25,0 - 27,7	15,2 - 17,9
El Queremal.	1.300 - 1.500	Medio húmedo y Muy húmedo	19,8 - 22,6	25,0 - 27,7	15,2 - 17,7
Santa María.	1.800 - 2.200	Medio húmedo a Muy húmedo,	17,0 - 19,8	22,2 - 25,0	12,4 - 15,2

Nota. Tabla que recopila una selección de corregimientos y veredas del municipio de Dagua que presentan características de clima adaptables al cultivo de arándanos.

Elaboración propia.

De acuerdo con Rodríguez, (2017) y la clasificación de adaptabilidad que realizó teniendo en cuenta la variable de altitud y clasificándola en tres (3) parámetros que pueden determinar el grado de viabilidad climática de diversos municipios que integran los principales departamentos que producen arándanos en Colombia se realiza un promedio entre los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Antioquia para

determinar la adaptabilidad del cultivo obteniendo así un promedio de altitud y temperatura para usar como referencia.

En la clasificación de los municipios recopilados se puede deducir que cultivos establecidos en alturas por encima de los 2.100 m.s.n.m. empiezan a presentar menores probabilidades de adaptación, y temperaturas demasiado bajas también afectan el desarrollo del cultivo, como es sabida la experiencia de Perú en el campo de la producción de arándanos, vienen desarrollando sistemas productivos casi que, a nivel del mar, Vivero Génesis es un precursor de esta realidad y están realizando adaptación de semillas de arándanos en el municipio de Trujillo Valle cuya altura se encuentra a 995 m.s.n.m. con el pasar del tiempo son más los estudios de adaptabilidad para el cultivo de arándano, para su establecimiento en zonas de menor altitud, y más cercanos al trópico, esto con la finalidad de aprovechar el potencial de la planta y lograr una mayor competitividad.

Tabla 16

Rango de adaptabilidad para la producción de arándanos en Colombia según la variable de altitud - (Promedio usando como base la Tabla 5 "Resultado de datos recopilados del atlas del IDEAM"; Pág. 35, Rodríguez, V. M., 2017)

Adaptabilidad	Altitud (m.s.n.m)	T° Media. (°C)	T° Max. (°C)	T° Min. (°C)
Poco apto	3044	10,4	14,2	6,1
	2888	11,9	17,2	6,5
Medianamente apto	2572	13,2	18,9	7,9
	2500	14,1	19,2	8,4
	2496	14,7	20,7	8,7
Apto	1998	16,8	21,9	11,8
	1940	17,3	22,5	13,4
	2100	17,0	22,4	12,3

Nota. En los parámetros definidos como poco apto, medianamente apto y apto se evidencian los promedios en rangos altitudinales y la temperatura correspondiente a esta, que de acuerdo a datos recopilados del atlas del IDEAM sirven como margen de adaptabilidad para la producción de arándanos en el país. Elaboración propia.

Realizando una comparativa entre las tablas 15 y 16 se puede lograr un mayor acercamiento al nivel de probabilidades de adaptabilidad climática del cultivo de arándanos en algunas regiones del municipio de Dagua.

Por otro lado, los suelos de las regiones que corresponden a Tocotá, el Limonar, el Jordan, las Camelias, el Carmen, Borrero Ayerbe, el Palmar, Santa María y el Queremal evidencian características muy afines a lo que es el común denominador de los suelos del municipio, estos son principalmente pesados lo que significa que su textura está compuesta por gran porcentaje de arcillas, el terreno es quebrado y sus pendientes pueden resultar bastante pronunciadas, la profundidad efectiva y la calidad de drenaje varía. Aunque las pendientes pronunciadas no suponen una limitante para el diseño y establecimiento del cultivo, la textura y la calidad en el drenaje de estos suelos de la región si lo son, pues una de las características principales del arándano son sus raíces, pues la nula capacidad para profundizar en suelos compactos así como la escasa tolerancia a los encharcamientos de estos evidencian con notoriedad la necesidad por suelos específicamente sueltos y bien drenados que de acuerdo con Llambí, et al., (2012). La textura ideal para este cultivo va desde la arenosa, a franco-arenosa.

De acuerdo con lo anterior y dadas las características de los suelos del municipio esta variable podría suponer una limitante, no obstante, como se mencionó en el

apartado de manejo agronómico “*marco de la plantación*” se enlistan los dos principales sistemas de producción agrícola en el país, y para estos casos específicos cuyo limitante es el suelo se puede optar por la implementación del Sistema de Producción en Bolsa (SPB) el cual mediante la técnica de masetas permite la elaboración de un sustrato acorde a los requerimientos de cada especie, para el caso específico del arándano la información respecto a ésta se consolida en la (Tabla 6) este sistema no solo permite la elaboración de una mezcla que sirva para dar soporte a la planta sino también construir las características físicas y químicas que permitan el anclaje y el buen desarrollo de la misma, otras características que destacan de este sistema son la obtención de una densidad de siembra mayor y por ende una mayor producción.

Para conocer más acerca de este sistema de siembra, puede consultar el apartado “*Marco de la Plantación*” en este se mencionan los diferentes diseños de cultivares, y en “*masetas (sustratos)*” se exponen las consideraciones a tener en cuenta y las características propias para el cultivo de arándanos.

Para concretar una idea más clara de estas características de suelo, se presenta la tabla a continuación (tabla 17), en esta se especifican otros detalles en cuanto a la variable de suelo.

Tabla 17

Información de los suelos de veredas y corregimientos del municipio de Dagua categorizados como aptos para la producción de Arándanos. (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009, 2001; Rodríguez, 2017).

Vereda/ Corregimiento	Características de textura del suelo	Profundidad Efectiva/Drenaje	Pendiente (%)	Uso del suelo
Tocotá	Sedimentos que en algunos casos van mezclados con grava, cantos o fragmentos angulares	Superficial a moderadamente profunda/drenaje bueno a excesivo	1 - 7%	Ganadería café plátano y pasto
El Limonar, El Jordan	Piedra y gravas	Superficial a profunda/ drenaje de pobre a bueno y moderado	7 - 12%,	Ganadería extensiva café, plátano, yuca, cítricos y caña de azúcar
Las Camelias El Carmen Borrero Ayerbe El Palmar	Cenizas volcánicas o de arcillas producidas por la meteorización de diabasas y basaltos	Profundos/drenaje entre moderado a bueno	12 y 75%.	Cultivos de café, plátano y maíz
El Queremal	Sedimentos aluviales finos	Profundos/ drenaje imperfecto a pobre		Ganadería extensiva con pastos naturales.
Santa María	Cenizas volcánicas y/o arcillas de origen diabásico o basáltico	Superficial a moderadamente profundos/drenaje de bueno a excesivo.	7 y >75%	Ganadería extensiva

Nota. Tabla que recopila la selección de corregimientos y veredas del municipio de Dagua categorizados climáticamente como aptos para el cultivo de arándanos, en esta se describen las características de los suelos y el uso actual de los mismos dentro de la producción agropecuaria. Elaboración propia.

Así pues, con la información recopilada y la caracterización de clima (Tabla 15) y suelo (Tabla 17) de las veredas y corregimientos del municipio de Dagua se puede determinar una alta probabilidad de adaptación para el cultivo de arándanos dentro del territorio, las características climáticas muestran gran potencial para hacer viable el establecimiento de este sistema productivo, y aunque las características físicas del suelo no representen gran potencial, diferentes técnicas de manejo dentro del sistema

productivo no hacen de este un gran limitante, pero, bien es cierto que se deben estudiar estos aspectos antes del establecimiento del cultivar puesto que los costos de inversión se pueden ver en aumento.

Conclusiones

Los países productores de arándanos mantienen una lucha por obtener variedades cuyas características de adaptación, productividad y calidad sean mejores para lograr satisfacer la demanda de los consumidores y por ende los volúmenes en las exportaciones, pero en Colombia se cuenta principalmente con la producción de variedades tradicionales, que, si bien presentan buena adaptación a las condiciones agroclimáticas, son poco competitivas en los mercados mundiales, para esto hace necesario el estudio de nuevas variedades y su adaptabilidad en el país, pues, aunque se cuenta con presencia en áreas establecidas de variedades de arándano bajo (*vaccinium angustifolium alton*), arándano ojo de conejo (*vaccinium ashei reade*) y arándano alto (*vaccinium corymbosum l.*). siendo el Biloxi la variedad con mayor extensión de área establecida en el país. al momento, el uso y la oferta de variedades en el país es baja.

A nivel nacional y en especial en el departamento del valle del cauca el crecimiento en áreas plantadas y volúmenes de producción será altamente dependiente de los estudios que se puedan registrar sobre las características agronómicas del cultivar, los costos de producción, y la caracterización climática y edáfica de las diferentes zonas con potencialidad para el cultivo, pues aún no se cuenta con suficiente material u antecedentes en la región los cuales puedan servir como base tanto a pequeños como medianos y grandes productores.

La producción de arándanos es una actividad económica trascendental en diversos países del mundo, y se concentra en regiones con climas templados y suelos ácidos. En Colombia existen diversas regiones que cumplen con las características

climáticas aptas para la producción efectiva del arándano tales como Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Cauca, Caldas, Huila, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima y Valle del Cauca. En el municipio de Dagua, gracias a información consolidada de diferentes fuentes se puede decir que existen corregimientos y o veredas que presentan condiciones óptimas para la adaptabilidad del arándano, tal es el caso de Tocotá, el Limonar, el Jordán, las Camalias, el Carmen, borrero Ayerbe, el Palmar, el Queremal, y Santa María.

En el municipio de Dagua, así como en el resto del país, la producción de arándanos trae consigo una serie de ventajas competitivas dadas por sus características de clima y suelo, y por la vocación agrícola de sus tierras y de su gente. Estos atributos permiten que en comparación con otros países se puedan aprovechar las 52 semanas del año y con ello las ventanas comerciales para su comercio al exterior en los meses de febrero a abril y de septiembre a noviembre que corresponde a los meses donde los Estados Unidos mayor consumidor de arándanos en el mundo no puede satisfacer las demandas internas y requiere de un número mayor de importaciones.

Debido a las características propias de los suelos del municipio de Dagua, donde en su mayoría presenta altos contenidos de arcillas y deficiente drenaje para el establecimiento del cultivo se hace evidente la necesidad por el uso de los sustratos como estrategia de adecuación u optimización en las características del suelo requeridas por la planta. tanto en maceta como en camellones, siendo la primera la más acorde, la importancia que se le da a estas radican en la influencia que tienen sobre el desarrollo de las plantas, la eficiencia del suministro de los fertilizantes, el uso racional del agua y el destino de los drenajes. Este debe ser un factor de sumo interés para las personas que

piensen invertir en este cultivo pues afectará directamente sobre los costos para su establecimiento y el tipo de manejo que se le dará al cultivar, Por ende, el sistema de cultivo a utilizar dependerá del tipo de productor o inversionista su capacidad económica.

De acuerdo con el análisis realizado sobre clima y suelo, y por ende las zonas caracterizadas como aptas para el cultivo de arándanos en el municipio se debe tener en cuenta sobre la extensión total de estas áreas, las pendientes las cuales pueden ser un limitante al momento del diseño del cultivo y también aquellas áreas contempladas como no aptas para el uso agrícola tales como los parques y reservas naturales que tienen presencia especialmente en esas zonas.

Bibliografía

- AGRONET. (2021). *Estadísticas agropecuarias*. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=2>
- Alcaldía Municipal de Dagua. (2001). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) 2001-2009*. Obtenido de <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/11214/6296-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcaldía Municipal de Dagua. (2020). *Decreto N° 059-2020*. Obtenido de <https://www.ramajudicial.gov.co/documents/2216175/32289986/DECRETO+059-2020.pdf/3b1564f1-13a3-4b60-9f79-3b1cc4504d03>
- Alcaldía Municipal Santa Rosa de Osos. (2021). *Fortalecimiento De La Producción Agropecuaria Familiar En El Municipio De Santa Rosa De Osos Con El Establecimiento Del Cultivo De Arándanos*. Santa Rosa de Osos. Obtenido de <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/proyectos/132.pdf>
- Álvarez, A. B. (2018). *El Cultivo De Arándano (Vaccinium corymbosum) y su Proyección en Colombia*. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/940/UNIVERSIDAD%20DE%20CIENCIAS%20APLICADAS%20Y%20AMBIENTALES%20entregar%201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asenjo Zapata, Y. B. (2021). *Diseño De Una Planta Deshidratadora Del Descarte De Arándano (Vaccinium Myrtillus) Para Su Exportación*. Chiclayo. Obtenido de

https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4443/1/TL_AsenjoZapataYdani_a.pdf

Cabezas Vega, L. S. (2021). *Manejo Integrado De Plagas En El Cultivo De Arándano (Vaccinium Corymbosum L.) Orgánico Bajo Condiciones De Chincha – ICA. Universidad Nacional Agraria La Molina.*

Carhuaricra Montes, C. H. (2012). *El Cultivo De Arándano Vaccinium Sp. Y Sus Principales Características.* Huacho, Perú: Univ Nac José Faustino Sánchez Carrión.

Carrasco Castañeda, J. S. (2020). *Planificación Y Diseño De Un Sistema De Riego Por Goteo Para El Cultivo De Arándano (Vaccinium Myrtillus) En Fundo Lefkada De 116.64 Ha Del Sector De Riego Olmos, Utilizando Software De Diseño.*

Cavero Valverde, M. A., & Pastorelli Chang, C. U. (2020). *Estudio De Prefactibilidad Para La Instalación De Una Planta Productora Y Exportadora De Arándanos (Vaccinium Myrtillus) Orgánicos.* Lima-Perú. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12766/Cavero-Estudio-prefactibilidad-instalacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CIAT, & CVC. (2015). *Portafolio De Estrategias Para La Mitigacion Y Adaptacion Al Cambio Climatico, Municipio De Dagua Valle Del Cauca.*

Cleves Leguizamo, J. A., & Sol, G. (2022). *Cultivo Poscosecha Procesado Y Comercio De Berries - Potencialidades Del Cultivo De Arándanos En Colombia.* (A. Namesny, C. Conesa, L. M. Olmos, & P. Papasseit, Edits.) Universidad Pedagógica de Colombia, Facultad seccional Duitama, escuela de administracion

- de empresas agropecuarias, Duitama Colombia; Arandanos de Chía. Obtenido de https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/cultivo_poscosecha_procesado_y_comercio_de_berriesEcosostenible. (29 de 10 de 2022). *Un Mundo Ecosostenible*. Recuperado el 4 de 11 de 2022, de <https://antropocene.it/es/2022/10/29/vaccinium-myrtillus-es/>
- FAO. (2023). *fao.org*. Obtenido de FAOSTAT: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Farfán Casallas, H. I. (2016). *Posibilidades De Producción Del Cultivo De Arándano (Vaccinium Vaccinium Myrtillus) Bajo Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) En Una Finca Del Municipio De Villapinzón, Cundinamarca*. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=administracion_agronegocios
- Fernández Calvete, Ó. (2022). *Cultivo Y Exportación De Arándano Azul. Blueberry*. (U. d. Comercio, Ed.) Valladolid, España. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/55657>
- Fulcher, A., et al. (2015). *Blueberry Culture And Pest, Disease, And Abiotic Disorder Management During Nursery Production In The Southeastern US* (Vol. 33). Journal of Environmental Horticulture. Obtenido de <https://meridian.allenpress.com/jeh/article/33/1/33/78983/Blueberry-Culture-and-Pest-Disease-and-Abiotic>

Gobernacion del Valle del Cauca. (Diciembre de 2016). *Resultados Del Censo Nacional Agropecuario Realizado En El Área Rural Dispersa Del Departamento Del Valle Del Cauca En El Año 2014*. Santiago de Cali. Obtenido de <https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=28729>

González, A., Riquelme, J., France, A., Uribe, H., Robledo, P., Morales, C., . . . Becerra, C. (2017). *Manual De Manejo Agronómico Del Arándano*. (C. G. A., Ed.) INIA(06).

Gras, A., & et al. (2018). *Vaccinium myrtillus L*. En A. y. Ministerio de Agricultura y Pesca, M. Pardo de Santayana, R. Morales, J. Tardío, & M. Molina (Edits.), *Inventario Español De Los Conocimientos Tradicionales Relativos A La Biodiversidad* (págs. 262-263). Madrid, España: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/ict_2018_tomo1web_tcm30-448312.pdf

H. Yang et al. (2022). *Growth And Physiological Characteristics Of Four Blueberry Cultivars Under Different High Soil pH Treatments*. *Environmental and Experimental Botany*. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/271278/1-s2.0-S0098847221X00159/1-s2.0-S0098847222000648/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEoaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQCgof1ZZJptM4ld4Ls7gpnDII7MizAQ4gs0I0acsIV%2FvwIgNqYHe18kfbAIDRUuWPjsusUgJUWIYWfD48t93qePLD>

Hancock, J. y Retamales, J. (2012). *La Industria Del Arándano*. Wallingford Reino Unido: CAB International., 1-17. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/9781845939045.0001>

HannaColombia. (2020). *Cultivos De Arándanos Azules En Colombia Se Han Triplicado En Dos Años*. Obtenido de <https://www.hannacolombia.com/agro/blog/item/cultivos-de-arandanos-azules-en-colombia-se-han-triplicado-en-dos-anos>

Hanson et al. (2000). *Sprayer Type and Pruning Affect the Incidence of Blueberry Fruit Rots*. *HortScience*, 35(2), 235–238. Obtenido de <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/35/2/article-p235.xml>

Infoagro. (s.f.). *Infoagro*. Recuperado el 4 de 11 de 2022, de *El Cultivo del Arándano*: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp#:~:text=%2D%20Tallo%3A%20Presenta%20un%20peque%C3%B1o%20tallo,m%C3%A1rgenes%20dentados%20y%20peciolo%20corto.

Llambí, L., Soto, A., Celleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). *Ecología, Hidrología y suelos de Páramo*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Luis-Llambi-3/publication/263280481_Ecologia_Hidrologia_y_Suelos_del_Paramo/links/0f31753a7ac4d83a03000000/Ecologia-Hidrologia-y-Suelos-del-Paramo.pdf

Maldonado Celis, M. E., Franco Tobon, Y. N., Agudelo, C., Arango, S. S., & Rojano, B. (2017). *Baya Andina (Vaccinium meridionale Swartz)*. (E. M. Yahia, Ed.)

Obtenido de

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119158042.ch40>

Meléndez-Jácome, et al. (2021). *Vaccinium Spp.: Características Cariotípicas Y Filogenéticas, Composición Nutricional, Condiciones Edafoclimáticas, Factores Bióticos Y Microorganismos Benéficos En La Rizosfera* (Vol. 12). (Trujillo, Ed.)

Quito: Scientia Agropecuaria. Obtenido de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-

99172021000100109

Meyer, H. J., & Prinsloo, N. (2003). *Assessment of The Potential of Blueberry Production in South Africa. Small Fruits Review*, 2(3), 3-21: https://doi.org/10.1300/J301v02n03_02

Milholland, R. D. (1974). *Blueberry Stem Canker and Dieback Caused by Gloeosporium Minus.* (Vol. 64). *Phytopathology.* Obtenido de

<https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/197>

4Articles/Phyto64n05_727.PDF

Miranda, D, et al. (2021). *Avances en el Cultivo de las Berries en el Trópico. Sociedad*

Colombiana de Ciencias Hortícolas, 37-50. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/356760922_Avances_en_el_cultivo_de

[_las_berries_en_el_tropico](https://www.researchgate.net/publication/356760922_Avances_en_el_cultivo_de)

Mondragón Flores, A., López Medina, J., Ochoa Ascencio, S., & Gutiérrez Contreras, M.

(2012). *Hongos Asociados a la Parte Aérea del Arándano en Los Reyes,*

Michoacán, México (Fungi Associated to Blueberry Foliage in Los Reyes,

Michoacan, Mexico) (Vol. 30). Michoacan, Mexico: *Revista Mexicana De*

Fitopatología. Obtenido de

<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmfi/v30n2/v30n2a4.pdf>

Ormazábal et al., (2020), citado por Scientia Agropecuaria vol.12 no.1 Trujillo. (ene-mar de 2021). *Vaccinium Spp.: Características Cariotípicas y Filogenéticas, Composición Nutricional, Condiciones Edafoclimáticas, Factores Bióticos y Microorganismos Benéficos en la Rizosfera. Scientia Agropecuaria vol.12 no.1 Trujillo.* Obtenido de

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000100109

Pablo-Vega, et al. (2017). *Efecto de Diferentes Intensidades de Poda Sobre el Rendimiento y Calidad de Fruta en Arándano (Vaccinium Corymbosum L.) cv. Brigitta. Chilean journal of agricultural & animal sciences, 33(3 Chillán 2017).*

Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-38902017000300285&script=sci_arttext&tlng=pt

Paredes, C. D. (2022). *Adaptación de dos Variedades de Arándano (Vaccinium Corymbosum), Biloxi y Emerald, Bajo Cubierta y Semicubierta en el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica Agropecuaria Tungurahua - Pillaro (CIITAT). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.* Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34713/1/Tesis-306%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Paredes%20Caiza%20Diana%20Maribel.pdf>

Pescie, M., & López, C. (2 de agosto de 2007). *Inducción Floral En Arándano Alto Del Sur (Vaccinium Corymbosum)*, Var. O'neal. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, pp. 97-107.

Rivas, A. (2023, marzo 06). *Normas APA: La Guía Definitiva para Presentar Trabajos Escritos*. Guía Normas APA. <https://normasapa.in/>

Rodríguez, V. M. (2017). *Establecimiento Preliminar de las Condiciones Agroclimáticas, Zonas de Adaptación y Cultivares Potenciales para el Desarrollo del Cultivo del Arándano (Vaccinium Corimbosum) en Colombia*. Fusagasugá: Universidad de Cundinamarca. Recuperado el 07 de 06 de 2023, de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/546/Establecimiento%20preliminar%20de%20las%20condiciones%20agroclim%3%a1ticas%2c%20zonas%20de%20adaptaci%3%b3n%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, C. (11 de diciembre de 2019). *Actualizaciones en la 7ma (Séptima) Edición de las Normas APA*. Normas APA (7ma edición). <https://normas-apa.org/introduccion/actualizaciones-en-la-7ma-septima-edicion-de-las-normas-apa/>

Tinoco-Plasencia, Christian Jairo, et al. (2023). *Los Arándanos, Generalidades y Desarrollo en el Mercado Mundial: Una Revisión De Literatura*. *PAIDEIA XXI*, 13(1), 125-140. Obtenido de <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/5674/8424>

Torres Pérez, J. J. (2017). *El Cultivo de Arándano (Vaccinium Myrtillus L.)*. México.

Obtenido de: <https://1library.co/document/yd2mrr1q-el-cultivo-de-arandano-vaccinium-myrtillus-l.html>

Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.). (2013). *Manual del Arándano*. [en línea]. Chillán: Boletín INIA - *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu*. no. (263). Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7627>

Williamson et al. (2004). *Pruning Blueberry Plants in Florida*. *University of Florida IFAS Extension*, 01, 01-05. Obtenido de <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/26/82/00001/HS22300.pdf>

Lista de Tablas

Tabla 1 *Valor nutricional del arándano por cada 100 gr de fruto*, Elaboración propia, adaptado de *Carhuaricra Montes, (2012). Pág. 54.*

Tabla 2 *Sustancias contenidas en el fruto del arándano que le confieren propiedades curativas. Nota.* Elaboración Propia.

Tabla 3 *Relación de eficacia para la salida de la dormición, según el modelo de Utah (Richardson, Seeley, & Walker, 1974). Nota.* Elaboración propia, adoptado de Rodríguez, (2017).

Tabla 4 *Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de arándanos en Colombia, Adaptado de Cleves, (2020); Arándanos de Chía, (2018); Strik & Fin, (2008). Nota.* Elaboración Adaptado de Cleves Leguizamo & Sol, (2022).

Tabla 5 *Cultivares según sus requerimientos de HF y características. Nota.* Elaboración Propia, Adaptado de Rodríguez, (2017).

Tabla 6 *Recomendación de características en un sustrato idóneo para el arándano, (INTAGRI, 2017). Nota.* Elaboración propia, adaptado de Torres Pérez, (2017).

Tabla 7 *Características en las propiedades fisicoquímicas del suelo que son apropiadas para el cultivo de arándanos. Nota:* Elaboración propia, adaptado de González, et al., (2017).

Tabla 8 *Niveles foliares orientativos de macro y micro elementos en arándanos. Nota.* Hanson y Hancock, (1996). Elaboración propia, adaptado de Hanson et. Al., (2000).

Tabla 9 *Estimación de la producción en kilogramos por cada año en una hectárea de arándanos. Nota.* Elaboración propia, Adaptado de Carrasco Castañeda, J. S, (2020); Carhuaricra Montes, (2012).

Tabla 10. *Datos geográficos e hidroclimáticos del municipio de Dagua (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009). Nota.* Elaboración propia, adaptado de CIAT, & CVC., (2015).

Tabla 11 *Distribución del área de las cuencas en el territorio municipal (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009). Nota.* Elaboración propia, adaptado de Alcaldía Municipal de Dagua, (2001).

Tabla 12 *Departamentos y su participación en áreas de siembra de arándanos al año 2021 (Carrillo 2021; Arándanos de chía, 2018). Nota.* Elaboración propia, adaptado de Cleves Leguizamo & Sol, (2022)

Tabla 13 *Temperaturas aproximadas en diferentes pisos altitudinales (IDEAM S.F.). Nota.* Elaboración propia, adaptado de Rodríguez, (2017)

Tabla 14 *Ventajas competitivas de Colombia para el establecimiento del cultivo de arándanos (Cleves, 2020). Nota.* Elaboración propia, adaptado de Cleves Leguizamo & Sol, (2022).

Tabla 15 *Información climática de Veredas y corregimientos del municipio de Dagua aptos para la producción de Arándanos. (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009, 2001; Rodríguez, 2017). Nota.* Elaboración propia.

Tabla 16 *Rango de adaptabilidad para la producción de arándanos en Colombia según la variable de altitud - (Promedio usando como base la Tabla 5 'Resultado de datos recopilados del atlas del IDEAM'; Pág. 35, Rodríguez, V. M., 2017)) Nota.* Elaboración propia.

Tabla 17 *Información de los suelos de veredas y corregimientos del municipio de Dagua categorizados como aptos para la producción de Arándanos. (PBOT del municipio de Dagua, 2001-2009, 2001; Rodríguez, 2017). Elaboración propia.*

Lista de Figuras

Figura 1 *La Planta de Arándano (Vaccinium Myrtillus)*. Nota: (A) Partes de una planta del género *Vaccinium*, (B) Porte de una planta de arándano. Tomado de, (A) Ecosostenible, 2022; elaboración propia, Dagua, (2022).

Figura 2 *Cultivo de arándanos bajo un Sistema de Producción en Bolsa (SPB)*. Nota. (A) Llenado de bolsas con sustrato orgánico, (Cleves, 2020). Tomado de, Cleves Leguizamo & Sol, (2022). (B) SPB en fase temprana de establecimiento (Cleves, 2020). Tomado de, Cleves Leguizamo & Sol, (2022). (C) vista general de un Sistema productivo de arándanos con plantas de 2 años. Elaboración propia.

Figura 3 *Cultivo de arándanos bajo un Sistema de Producción en Suelo (SPS)*. Nota. (A) Vista general del predio antes del establecimiento, realizada la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo. (B) Vista de camellones con cubierta plástica. (C) Vista de surcos/Camellones sin cubierta (D) Vista general de un sistema productivo de arándanos con plantas adultas. Tomado de, González, et al., (2017).

Figura 4 *Esquema de los factores que influyen en la evapotranspiración (ET₀) de un cultivo de referencia*. Nota. Influencia de los factores climático sobre un cultivo para los niveles de evapotranspiración de las plantas. Tomado de, González, y otros, (2017)

Figura 5 *Diagrama que muestra la relación para determinar el porcentaje de cobertura (Pc)*. Nota. en azul (Xm) que corresponde al área con sombra o ancho del follaje y en rojo la distancia entre hileras (Eh) ambas medidas dadas en metros. Tomado de, González, y otros, (2017).

Figura 6 *Manejo en la cosecha de arándanos para conseguir fruta de calidad*. Nota. Nota. (A) Bandejas de cosecha, (B) Adecuada manipulación de la fruta. (C) Elementos de cosecha y cosecha protegida del sol y aislada del suelo. Tomado de, González, et al., (2017).

Figura 7 *Municipio de Dagua Valle del Cauca*. Nota. (A) Ubicación del municipio de Dagua dentro del departamento del Valle del Cauca. (Cartografía CVC, 2015), (B) División político-administrativa del municipio de Dagua (Cartografía CVC, 2015). Tomado de, CIAT, & CVC., (2015).

Figura 8 *Principales países productores de arándano al 2022 (FAOSTAT)*. Nota. Principales 10 países productores de arándanos en el mundo. Tomado de, FAO, (2023).

Figura 9 *Principales países productores de arándano al 2020 (FAO)*. Nota. Comportamiento del volumen de producción desde el 2018 al 2020 de los primeros 12 países que producen arándanos. Adaptado de Fernández Calvete, Ó., (2022).

Figura 10 *Principales países exportadores de arándanos al 2020 (FAO).* Fuente: (Fernández Calvete, Ó., 2022). *Nota.* Adaptado de Fernández Calvete, Ó., (2022).

Figura 11 *Principales países importadores de arándanos al 2020 (FAO).* Fuente: (Fernández Calvete, Ó., 2022). *Nota.* Adaptado de Fernández Calvete, Ó., (2022).

Figura 12 *Area establecida y Produccion de Arandanos en Colombia al 2017.* *Nota.* Elaboracion propia, Adaptado de AGRONET, (2021).

Figura 13 *Comportamiento durante el periodo desde 2012 hasta 2019 del area cosechada y produccion de arandanos en colombia. (AGRONET, 2021).* *Nota.* (A) Area cosechada de arándanos por departamentos. (B) Produccion de arándanos por departamentos al 2019. *Nota.* Elaboracion propia, Adaptado de AGRONET, (2021).

Figura 14 *Participacion en area cosechada por departamentos al 2019.* *Nota.* Elaboracion propia, adaptado de AGRONET, (2021)

Figura 15 *Mapas de Colombia con Relieve de 1800 a 2300 m.s.n.m y departamentos que intersecta.* *Nota.* (A) Vista general del mapa de Colombia con zonas de Altitud de 1800 a 2800 m.s.n.m. y la selección de municipios intersectados en el relieve. (B) Vista centrada del mapa de Colombia con zonas de Altitud de 1800 a 2800 m.s.n.m. y la selección de municipios intersectados en el relieve. Tomado de. Rodríguez, (2017).