

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium ashei*) EN ALDEA PANEYÁ, SAN
JOSÉ POAQUIL
TESIS DE GRADO

WALTER ALEJANDRO AJQUEJAY ORTEGA
CARNET 11660-13

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE VARIETADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium ashei*) EN ALDEA PANEYÁ, SAN
JOSÉ POAQUIL
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

WALTER ALEJANDRO AJQUEJAY ORTEGA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2018
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
MGTR. ALVIN ROLANDO OVALLE LYNCH

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
ING. SILVIA VERONICA ESCOBAR REYES DE CALDERON

Honorable Consejo de

La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.

Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Práctica del estudiante WALTER ALEJANDRO AJQUEJAY ORTEGA, que se identifica con el carné: 1166013; titulado "EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium ashei*) EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ALDEA PANEYÁ, SAN JOSÉ POAQUIL", el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Mgstr. Ing. Agr. Alvin Ovalle.
Colegiado no. 4783.



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 061033-2018

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante WALTER ALEJANDRO AJQUEJAY ORTEGA, Carnet 11660-13 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06183-2018 de fecha 3 de octubre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE VARIETADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium ashei*) EN ALDEA PANEYÁ,
SAN JOSÉ POAQUIL

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 4 días del mes de octubre del año 2018.



LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ, DECANA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por su gracia y favor sobre mi vida.

Mis padres, por su amor y apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida.

Mis hermanos, por las risas interminables y palabras de apoyo en el momento adecuado. Tini... ya sabes por qué.

MGTR. Alvin Rolando Ovalle Lynch, por su apoyo y asesoría en la elaboración del presente trabajo.

Taiwán ICDF, por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

DIOS: Quien es el centro de mi vida, me bendice y me da las fuerzas para superar todos los desafíos en mi vida.

MI PADRE: Ing. Walter Ajuquejay, por establecer precedentes invaluable a mi carrera, mi mentor y ejemplo a seguir, por ser mi motor y apoyo incondicional para llegar a este día.

MI MADRE: Dorcas Ortega, mujer de oración, maestra, amiga, consejera y guía.

MIS HERMANOS: Por todas las bromas, chistes y muchas risas que me impulsan a seguir luchando día a día.

MIS AMIGOS: Por su apoyo y compañía durante toda mi carrera. Con mucho aprecio.

ÍNDICE

<i>RESUMEN</i>	<i>iii</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	2
2.1.1 Generalidades del cultivo	2
2.1.2 Descripción botánica	3
2.1.3 Requerimientos del cultivo	5
2.1.4 Ciclo del cultivo	8
2.1.5 Propagación	9
2.1.5.1 Propagación convencional.	9
2.1.5.2 Propagación vegetativa.	9
2.1.5.3 Vástagos.	9
2.1.5.4 Propagación in Vitro.	10
2.1.6 Preparación del suelo	11
2.1.7 Riego	11
2.1.8 Poda	12
2.1.9 Maduración y conservación	13
2.1.10 Parámetros de calidad	13
2.1.10.1 Atributos externos.	13
2.1.10.2 Atributos internos.	14
2.1.11 Importancia del cultivo	15
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA	16
3. CONTEXTO DE LA PRACTICA	18
3.1 Necesidad empresarial y eje de sistematización	18
4. OBJETIVOS	20
4.1. GENERAL	20
4.2. ESPECÍFICOS	20
5. PLAN DE TRABAJO	21
5.1 Programa desarrollado	21
5.2 Indicadores de resultado	22

6.	<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	23
6.1	Tolerancia al transporte y trasplante	23
6.2	Desarrollo vegetativo	26
6.3	Rendimiento	27
7.	<i>CONCLUSIONES</i>	30
8.	<i>RECOMENDACIONES</i>	32
9.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Clasificación taxonómica del arándano	3
Cuadro 2.	Ciclo del cultivo de arándano	7
Cuadro 3.	Principales países productores de arándano	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación Aldea Paneyá, San José Poaquil	13
Figura 2.	Vista satelital de Aldea Paneyá, San José Poaquil	13
Figura 3.	Desarrollo de nuevas raíces en plantas de arándano variedad “Gardenblue”	20
Figura 4.	Raíz de plantas de arándano de la variedad “Woodard”	21
Figura 5.	Resiembra de plantas de arándano de la variedad “Gardenblue”	21
Figura 6.	Hojas nuevas de la variedad de arándano “Gardenblue” a los 90 días después de siembra	22
Figura 7.	Flor de arándano de la variedad “Gardenblue” abierta	23
Figura 8.	Cambios en maduración de frutos de arándano de la variedad “Gardenblue”	24

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE ARÁNDANO (*Vaccinium ashei*) EN LA ALDEA PANEYÁ, SAN JOSÉ POAQUIL

El arándano es un cultivo con un alto potencial sin explotar en Guatemala, ya que la falta de investigación en el tema ha impedido impulsar el cultivo en el país. A nivel mundial presenta una gran demanda por los diferentes beneficios que genera su consumo para el ser humano, así como su sabor único.

En la aldea Paneyá, se ha identificado el deseo de los productores de cultivar arándanos, aunque la falta de conocimientos les impide llevarlo a cabo. El objetivo de este proyecto fue apoyar en la evaluación de las variedades “Gardenblue” y “Woodard” en tres parcelas experimentales localizadas en la aldea Paneyá (San José Poaquil). El área fue utilizada como centro de estudio, en la cual se llevó a cabo la recolección de datos necesarios para la aclimatación del arándano en Chimaltenango. El estudio fue realizado mediante el seguimiento durante 24 semanas, de plantas de siete años, las cuales fueron obtenidas en San Juan Chamelco (Alta Verapaz). La variedad “Woodard” demostró no poder tolerar el trasplante, se marchitaron todas las plantas en el transcurso de un mes.

La variedad “Gardenblue” demostró una alta resistencia a los cambios y un nivel de rendimiento adecuado a nuevas plantaciones, siendo de 0.23kg/planta, equivalente a cultivares de tres años procedentes de pilones. No hubo tasa de mortandad en “Gardenblue”, aunque si hubo diferencias productivas relativas al tamaño de cada planta, siendo más productivas aquellas plantas con un sistema radicular grande y con presencia de hijuelos productivos.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país caracterizado por su agricultura, lo que permite la producción de diversas frutas y verduras gracias a la calidad de sus suelos y diversidad de climas. Conforme el paso de los años, el país ha cambiado de ser un productor de cultivos específicos como el café y el algodón, a contar con una amplia gama de cultivos, entre los cuales encontramos las berries, término que es un anglicismo referido a algunos vegetales pertenecientes a la familia Rosaceae (fresa, mora, frambuesa, arándanos, entre otras).

Uno de los aspectos a mejorar en Guatemala es el aprovechamiento de sus ventajas competitivas como la diversidad de ambientes, así como la capacidad productiva de los agricultores guatemaltecos. El cultivo de arándanos cuenta con una historia relativamente nueva en el país, en comparación con la mora o la fresa. Como parte del proceso de diversificación agrícola, Agexport ha considerado el arándano azul como un cultivo viable técnica y económicamente para su producción en el país, ya que las condiciones ecológicas y características agrícolas son favorables (AGEXPORT, 2002).

El arándano es un fruto que presenta un sabor único, así como cualidades nutricionales y medicinales que atraen a amantes de la alimentación saludable de todo el mundo, especialmente por sus grandes propiedades de efecto antioxidante. Por lo tanto, con el afán de contribuir con la diversificación de cultivos en el país, se presenta el siguiente trabajo, en el cual se evalúa la implementación del cultivo de arándano como una alternativa para producción en la aldea Paneyá, de San José Poaquil, Chimaltenango.

2. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1.1 Generalidades del cultivo

Los arándanos pertenecen a un grupo de especies de plantas nativas del hemisferio norte. Pertenecen al género *Vaccinium*, de la familia Ericaceae (AGEXPORT, 2002).

Los arándanos son nativos de áreas arenosas o pantanosas en que los niveles de nutrientes son muy bajos.

Algunos estudios han detectado que el crecimiento máximo puede ser obtenido con niveles de nutrientes que están próximos a la mitad del requerimiento de otras especies frutales. Esta característica de la especie provoca que se presenten daños y reducción en el rendimiento debido a un exceso de fertilización (Mainland, 1994).

El arándano cuenta con una historia relativamente nueva en Guatemala. Se realizaron intentos por fomentar el cultivo en el país sin tener resultados positivos, debido en parte a la mala selección de los cultivares y por el desconocimiento de factores edafo-climáticos necesarios para el correcto desarrollo de la planta.

Los arándanos son miembros de la familia Ericaceae, género *Vaccinium* subgénero *Cyanococcus* (NPGS, 2006). El género es muy diverso, conteniendo entre 150 y 450 especies, la mayoría de las cuales se encuentra en los trópicos a elevaciones altas, pero también es posible encontrarles en regiones templadas y boreales.

La mayoría son arbustos, aunque el rango de crecimiento es diverso, desde epifitas hasta árboles (Fruitcrops, 2017).

Cuadro 1

Clasificación taxonómica del arándano

Reino	Vegetal
División	Pterophytas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Dilleniidae
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Subfamilia	Vaccinioidea
Tribu	Vaccinieae
Género	<i>Vaccinium</i>

(Cronquist, 1981)

2.1.2 Descripción botánica

El sistema radical está compuesto de finas raicillas, es superficial, fibroso y de poca extensión. Es, además, desprovista de pelos radicales, de modo que son las raíces jóvenes las que efectúan la labor de absorción. En suelos bien aireados, el mayor factor en la distribución radicular, pareciera ser la humedad del suelo, por lo tanto, factores que aumentan o conservan esta, tales como el mulch, la incorporación de materia orgánica y el riego adicional, pueden aumentar la distribución radicular, lo que trae consigo un mayor crecimiento de las plantas (Rodríguez, 2014).

Los hongos simbióticos que se asocian a las raíces del arándano son *Hymenoscyphus ericae* o *Pezizella ericae* (Muñoz, 1988), los cuales incrementan la captación de nutrientes y eficiencia de aplicación de fertilizantes de suelo. También mejoran el uso del agua y protegen la planta de arándano de elementos tóxicos como aluminio, cuya concentración aumenta cuando el pH disminuye (Retamales y Hancock, 2011).

Particularmente la asociación de micorrizas a plantas de la familia Ericaceae aumenta la capacidad de tolerar altas concentraciones de cobre y zinc (Vega y Muños, 1994).

Para todas las especies de arándanos, las flores son de coloración blanca o crema (1-16, usualmente 7-10) llevadas en racimos cortos (1-2 pulgadas), en las porciones altas de plantas mayores a 1 año. Las flores tienen forma de urna invertida, en pedúnculos muy cortos y con ovarios inferiores (Fruitcrops, 2017).

El fruto es una falsa baya con un diámetro entre 5-16mm con una corona acampanada al final. Los frutos del arándano son redondos y contienen muchas semillas pequeñas. Los frutos, que muchas veces se encuentran agrupados, son de coloración verde pálida al principio, luego adquieren una coloración rojiza-purpura, y finalmente índigo al madurar. Tienen un sabor dulce cuando están maduros, con una acidez variable. Los arbustos de arándano generalmente producen fruto entre mayo y octubre en el hemisferio norte (NWE, 2016).

Su color depende de la variedad y tiene secreciones cerosas, así mismo se presenta en diferentes colores como azules, negros y morados. Algunos frutos contienen hasta 100 semillas al interior del endocarpio. Comercialmente el fruto tiene una cicatriz estilar que se busca sea pequeña y seca (Muñoz, 1988).

La epidermis del fruto está provista de secreciones cerosas que le dan una terminación muy atractiva al fruto, similar a aquella de otras especies como la ciruela. Son dos las características que tienen gran relevancia desde el punto de vista comercial. La primera es la cicatriz que queda en el fruto al momento de desprenderse del pedúnculo. Idealmente debe ser pequeña y seca con el objetivo de evitar que por ella ingresen patógenos que deprecian el producto durante el periodo de comercialización. Una segunda característica es la firmeza, la que está relacionada generalmente con el grosor de la epidermis (INIA, 1988).

El tipo de arándano más cultivado comercialmente es el arbustivo alto o grande, cuyo nombre científico es el *Vaccinium corymbosum*. También hay tipos de arbusto enano, de nombre *Vaccinium angustifolium* y arándanos de tipo Rabbiteye, los cuales se han utilizado mucho en el sureste de Estados Unidos de nombre científico *Vaccinium ashei* (AGEXPORT, 2002).

El arándano “alto” (highbush) fue la especie que primero se introdujo a cultivo. Es una planta tetraploide originaria de la costa este de América del norte y que bajo condiciones de cultivo puede alcanzar alturas de hasta 2.5m. Debido al largo proceso de mejoramiento a

que esta especie ha sido sometida, es el tipo de arándano que produce la fruta de mejor calidad en cuanto a tamaño y sabor.

El periodo de desarrollo del fruto es corto, particularmente en relación con el arándano “ojo de conejo” (rabbiteye), alcanzando hasta 90 días desde la floración a la maduración de la fruta (INIA, 1988).

El arándano “ojo de conejo” es una especie hexaploide, que alcanza alturas de hasta 4m, de domesticación aún más reciente que el arándano alto, ya que su mejoramiento genético se inició en 1940. Nativo del sureste de América del norte, ha ido ganando popularidad como especie cultivada por su tolerancia a pH de suelo más alto, mayor resistencia a la sequía, mayor producción y fruta de mejor conservación en postcosecha. El periodo de desarrollo del fruto puede llegar de 90 a 120 días (INIA, 1988).

2.1.3 Requerimientos del cultivo

Para tener una buena producción de arándanos, es importante seleccionar un terreno con buena iluminación solar, y que cuente con suelo de buena aireación y drenaje, cuyo contenido de materia orgánica sea alto. Los arándanos necesitan un suelo ácido de pH entre 4.5 y 5.2 (ACES, 2013).

Generalmente comienzan floración en marzo, viéndose afectada la aparición de flores por las horas frío (número de horas por debajo de 7° C). Las variedades de temperaturas más bajas por lo general florecen y cuajan fruto temprano, son propensas a daños por heladas tardías (Agrilife, 2015).

Los arbustos de arándano responden al estrés ambiental por exhibir cambios distintos en la expresión de genes que confieren niveles de variación a la tolerancia a ambientes adversos. Esta es una habilidad de las plantas a aclimatarse al calor o frío y desarrollar tolerancias a momentos críticos adaptándose la planta a respuestas de calor, frío y sequía hasta un cierto límite (Bassett, Wisniewski, Artlip, y Norelli, 2006).

En condiciones naturales, las especies de arándanos están distribuidas en variadas y disimiles condiciones climáticas en Norteamérica. Plantaciones comerciales existen desde el este de Canadá, con inviernos muy fríos y veranos cortos, en cuyas condiciones se cultiva el arándano bajo; hasta el estado de Florida en el sur, donde se cultivan variedades de “ojo de

conejo” (INIA, 1988). De acuerdo con Agexport (2002), el rango de altitud en Guatemala para la producción de arándanos se encuentra entre los 1370 y 2750 msnm.

Se estima que el arándano tiene un requerimiento de frío invernal similar al durazno, entre 650-850 horas bajo 7°C, aunque difieren obviamente de acuerdo con la especie y variedad, siendo el “ojo de conejo” de menor requerimiento. Las variedades tradicionales de arándanos no producen satisfactoriamente en zonas con menos de 400 horas de frío (INIA, 1988).

El color del fruto se ve afectado cuando el cultivo crece a altas temperaturas, este parámetro se incrementa rápidamente que a menor temperatura; arbustos frutales crecidos a altas temperaturas cambian significativamente el contenido de flavonas, y el incremento en este compuesto fenólico aumenta la actividad antioxidante (Wang y Zheng, 2001).

Los rangos de precipitación pluvial pueden oscilar de los 1000 a los 3000 mm anuales bien distribuidas durante el periodo vegetativo, es necesario que durante la etapa de crecimiento del fruto exista un adecuado suministro de agua (AGEXPORT, 2002). El uso eficiente del agua en las plantas es afectado por factores ambientales y genéticos, los frutales requieren un amplio suministro de agua en el suelo y el mayor transporte de agua se realiza principalmente a través de la transpiración (Glenn y Scorza, 2006).

Frutos con menor cantidad de agua presentan una piel más gruesa comparado con arbustos regados, la buena disponibilidad de agua proporciona frutos de calibre grande y mejor contenido de pigmentación lo cual va relacionado igualmente con el factor luz (Kalt, Ryan, Duy, Prior, Ehlenfeldt y Kloet, 2001).

Si la planta crece en un suelo adecuado, los arándanos ojo de conejo son relativamente fáciles de mantener, ya que tienen pocas plagas de alta importancia y bajos requerimientos nutricionales. Son una excelente opción para huertos orgánicos o eco-amigables (Agrilife, 2015). Los arándanos requieren un pH de suelo entre 4.0 y 5.5. A valores superiores las concentraciones tisulares de microelementos tales como el hierro y el zinc alcanzan los niveles de deficiencia.

Los síntomas de deficiencias se desarrollan en el nuevo crecimiento y las plantas pierden su vigor. El suelo se puede acidificar mediante la mezcla de pequeñas cantidades de azufre

granulado con el suelo, varios meses antes de la siembra. Muchos fertilizantes generan ácidos y reducirán gradualmente el pH del suelo. Se necesita un análisis de suelo para determinar su pH y si es necesaria la acidificación (Williamson y Lyrene, 1994).

Los suelos ideales para el cultivo de arándano contienen al menos 1% de materia orgánica y preferentemente sobre un 5%. En suelos con bajos niveles de materia orgánica, la adición de mulch o colchón de aserrín mejora el establecimiento, producción y crecimiento de los arándanos.

El efecto beneficioso del aserrín podría deberse a mejoras en la aireación o retención de humedad de los suelos; pero también es posible que la adición del mulch beneficie al contraponer los efectos negativos de niveles altos de bases (Ca y Mg), que son característicos de suelos con pH alto (INIA, 1988). Generalmente, se mantienen 12-15cm de mulch (aserrín de conífera aireado o corteza de pino) sobre la hilera. El uso de mulch requiere duplicar o triplicar las dosis de N en los primeros años, para así compensar por la mayor actividad microbial (INIA, 1988).

Los arándanos requieren suelos con buen drenaje y una profundidad de al menos 18 pulgadas. Si el agua se acumula en las 18 pulgadas superiores del suelo durante la época de lluvias, las plantas deben sembrarse en canteros o camas. Generalmente, los arándanos crecerán bien donde las azaleas, camelias y otras plantas acidófilas han crecido bien en el pasado (Williamson y Lyrene, 1994).

2.1.4 Ciclo del cultivo

De acuerdo con la Asociación Verapacense de productores de Arándano, el ciclo del cultivo se resume de la siguiente manera:

Cuadro 2

Ciclo del cultivo de arándano

Temporalidad	Característica
1 a 2 años	Crecimiento y desarrollo
3 a 4 años	Primeras cosechas
7 años	Estabilidad de la cosecha
8 a 30 años	Adulto productivo
90 a 120 días según la variedad	Periodo de floración a cosecha
7 a 9 semanas	Periodo de cosecha
Junio a agosto	Época de producción

AVPA (s. f.)

Darnell, Stutte, Martín, Lang y Early (1992) y Meyer y Prinsloo (2003), presentan el ciclo anual de desarrollo de la planta que se presenta en las condiciones de Norteamérica, el cual está dividido en estados que se suceden en relación con las estaciones:

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

2.1.5 Propagación

La propagación de esta especie puede hacerse por semillas, por hijuelos, mediante el enraizamiento de estacas o utilizando técnicas de micropropagación in vitro. De ellas, el enraizamiento de estacas es la técnica más comúnmente usada para la propagación comercial de estas especies, ya que puede ser relativamente fácil, aunque tiene una serie de complicaciones que se traducen en un bajo rendimiento en el enraizamiento o en la propagación de enfermedades indeseables para el suelo (INIA, 1988).

2.1.5.1 Propagación convencional.

Es la forma de obtener nuevas plantas utilizando semillas. Las semillas toman entre 3-4 semanas para germinar. En algunos casos se les da un tratamiento químico o calor para acelerar la germinación. Puede propagarse sembrando la semilla en semilleros o cajones, sobre un sustrato compuesto de dos partes de turba y una de arena. Al año siguiente se pasan las plántulas a bolsas donde permanecerán allí durante 6 u 8 meses. El suelo para los semilleros debe ser suelto para que pueda formarse y desarrollarse en cada planta un amplio y fuerte sistema radical. Las semillas deben ser procedentes de frutos de plantas madres seleccionadas. Los frutos deben estar bien maduros y presentar las características deseables como un alto rendimiento, tamaño del fruto, color, cicatrización, firmeza, sabor, resistencia al ataque de plagas y enfermedades (AGEXPORT, 2002).

2.1.5.2 Propagación vegetativa.

Es una forma de propagación comercial bastante utilizada. Por este método se aprovecha que las plantas del arándano tienden a extenderse, emitiendo numerosos retoños, brotes del pie y de las raíces, a partir de los cuales se obtienen brotes semi-leñosos. Se recomienda que para establecer la primera plantación se compren plantas bien seleccionadas y preferiblemente que tengan 2 años, se preparan estacas de entre 5 y 6 cm de largo. Luego de esta plantación se podrá sacar material vegetativo o estacas para las futuras plantaciones (AGEXPORT, 2002).

2.1.5.3 Vástagos.

El mejor sistema para propagar arándanos de tipos Rabbiteye y Southern Highbush es el uso de vástagos de madera tierna. Los vástagos de madera tierna se pueden propagar en cualquier momento durante la época de pleno crecimiento, sin embargo, se realiza con más éxito cuando se cortan los vástagos en la primavera inmediatamente después del detenimiento del

nuevo crecimiento. Esta madera nueva debe ser pulposa para obtener mejor resultado. Los vástagos de plantas que están sufriendo de sequía no se desarrollan muy bien. Los vástagos deben ser aproximadamente de 15- 30 cm de largo y un diámetro de 50 mm en diámetro en la base del vástago. La última hoja debe ser desplegada, por lo menos medio madura. Al cortar los vástagos se deben poner en agua o en un costal mojado, luego deben ser transportados a un lugar sombreado. Se obtienen mejores resultados cuando se quitan todas las hojas excepto las tres hojas terminales. Los vástagos cortados deben tener unos 10 a 15 cm de largo y puestos inmediatamente en agua. Luego de esta plantación se podrá sacar material vegetativo (vástagos) para las futuras plantaciones (AGEXPORT, 2002).

2.1.5.4 Propagación in Vitro.

Los arándanos son una de las pocas especies frutales en que la propagación in vitro puede realizarse exitosamente. El cultivo consiste en sembrar los explantes en un medio nutritivo compuesto de macro elementos y micro elementos, vitaminas y reguladores de crecimiento, de micro estacas bajo condiciones de total asepsia. Este material prolifera a partir de la yema axilar debido a la presencia de una citoquinina, formando brotes múltiples. La tasa de multiplicación es dependiente de la especie y variedad, lo mismo que la habilidad para crecer in vitro. El medio de cultivo depende de la especie que se propague, una vez obtenidos los brotes in vitro ellos son sometidos a enraizamiento in vitro, siguiendo aproximadamente el mismo procedimiento utilizado para las estacas con hojas. El material una vez enraizado se siembra en bolsas plásticas y se cultivan en la misma forma que estacas convencionales por un periodo de 1 – 2 años (AGEXPORT, 2002).

Las técnicas de producción de plantas en el laboratorio han logrado conseguir réplicas idénticas de plantas madres en cualquier época del año y en solo la mitad del tiempo que normalmente tomaría con el uso de semillas botánicas. En el laboratorio se debe dar seguimiento general a las plantas ya establecidas in vitro, para luego aplicar los procedimientos adecuados para permitir que la planta sea transferida con éxito del medio estéril, al invernadero. Las pequeñas plántulas producidas bajo techo requieren menos espacio para desarrollarse y se conservan libres de patógenos en su etapa inicial siempre y cuando se tengan los cuidados apropiados en la etapa de invernadero antes de ser sembradas en campo (Vásquez, 1985).

2.1.6 Preparación del suelo

El nitrógeno es un elemento primordial, ya que juega un papel importante en los diferentes procesos metabólicos y es parte fundamental en la constitución de proteínas y otros compuestos, tiene influencia sobre el desarrollo de brotes, raíces, inducción floral, cuaje, desarrollo y calidad del fruto entre otros. El fósforo en bajas concentraciones afecta el desarrollo aéreo reduciendo así la eficiencia fotosintética de las plantas, tiene influencia sobre la diferenciación de yemas florales, senescencia de las hojas, desarrollo de la planta. El potasio tiene gran movilidad al interior de las células y tiene influencia en el vigor de los brotes, aumenta la eficiencia en el uso del agua y resistencia a condiciones de estrés por falta de agua, mejora la calidad sabor y olor del fruto, así como su rendimiento. El calcio favorece la calidad de los brotes, aumenta la firmeza de los frutos y regula el desarrollo de las raíces (Retamales y Hancock, 2011).

Según Rivadeneira (2010), la demanda de nitrógeno, fósforo y potasio aumenta con el pasar de los años y así mismo la absorción en cada etapa fenológica es diferente su requerimiento. También menciona que los elementos más importantes a la hora de la fertilización en arándanos son nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y zinc y es importante tener en cuenta los bajos requerimientos nutricionales ya que se tiende a sobre fertilizar trayendo consigo problemas de salinización del medio y limitación al crecimiento de raíces.

2.1.7 Riego

Las plantas adultas de arándanos necesitan aproximadamente 40 pulgadas de agua anualmente. La mayor parte de esta agua es proporcionada por las lluvias. Los requerimientos de agua de los arándanos son bajos durante el invierno. La frecuencia de riego depende del clima, tipo de suelo y tipo de arándano.

Los arándanos "ojo de conejo" establecidos en huertos hogareños requerirán riego sólo durante los períodos de sequía prolongados. Ellos son al menos tan tolerantes a la sequía como las azaleas (Williamson y Lyrene, 1994).

Debido a que los arándanos tienen la habilidad de retraer agua de las bayas, es necesario mantener una humedad adecuada, especialmente durante la producción de frutos, para así obtener frutos densos y jugosos (ACES, 2013).

2.1.8 Poda

La poda es una práctica en la cual se retiran aquellos órganos vegetativos que no se desean en la planta. Para ello la observación juega un papel fundamental, ya que permite identificar que partes de la planta se desea suprimir de la misma (San Martín, 2010). Básicamente los motivos de la poda dan argumentos para que el productor aplique esta práctica, lo cual es de gran importancia para el mantenimiento del cultivo (Bedker, 2004).

La finalidad de esta práctica es:

- Guiar la planta en su crecimiento.
- Limitar el crecimiento de la planta.
- Mantener la salud de la planta
- Aumentar la calidad de flores, frutas, follaje o tallos.
- Para rejuvenecer la planta.
- Para restaurar. Los órganos vegetativos deteriorados o lesionados atrae microorganismos causantes de enfermedades.

Esta práctica agrícola debe ser realizada con cuidado y en forma correcta para obtener un nivel productivo óptimo y fruta de calidad. Uno de los aspectos fundamentales a considerar durante el proceso se pueda alcanzar el equilibrio entre el crecimiento vegetativo en brotes, hojas y raíces y el reproductivo en yemas florales, flores y frutos (San Martín, 2010).

El arándano produce yemas florales en la parte apical de los brotes, los que posteriormente toman forma de racimos florales y de yemas vegetativas, que se ubican en la parte basal y media, y que luego se transforman en brotes con hojas. De esta manera se conforma una unidad hoja/fruta (fuente/vertedero), que se sustenta por sí misma. Si estas unidades tienen poca fuerza, no asegura la producción de fruta de tamaño adecuado y de buena calidad (San Martín, 2010).

2.1.9 Maduración y conservación

Los arándanos son frutos climatéricos, es decir que, cosechados a partir de la madurez fisiológica, son capaces de adquirir características similares a los que maduraron unidos al arbusto. Sin embargo, una vez alcanzado el estado de máxima calidad, sobreviene muy rápidamente el de sobre madurez, asociado a un excesivo ablandamiento, pérdida de sabor y de color, lo cual debe ser evitado.

La velocidad con la que ocurre la pérdida de calidad posterior a la cosecha está relacionada fundamentalmente con la temperatura. La temperatura óptima para conservar la fruta es cercana a 0°C, con una humedad relativa entre 90 y 95%. Estas condiciones permiten mantener la calidad durante unos 14 días (CIFA, 2011).

2.1.10 Parámetros de calidad

Los principales parámetros vinculados a la calidad que se utilizan para clasificar y comercializar la fruta son el color, la firmeza, la forma, apreciación de la semilla, pruina, ausencia de defectos, textura, sabor, crocancia y astringencia (CIFA, 2011).

2.1.10.1 Atributos externos.

- **TAMAÑO:** Para consumo en fresco se valoran más los frutos de mayor tamaño. Comercialmente se clasifican en función del número de frutos que ocupan un envase de un volumen determinado.
- **COLOR**
 - **COLOR DE LA PIEL:** debido a la presencia del pigmento que le confiere el color azul al fruto (pigmentos antociánicos). Se persigue un color azul uniforme.
 - **COLOR DE LA PULPA:** puede variar de nacarado a marfil tostado dependiendo de la variedad.
- **FIRMEZA:** La firmeza, o la sensación que provoca el producto al tacto, está relacionada con el ablandamiento del producto. Comercialmente se buscan frutos firmes que soporten la manipulación. A medida que el fruto madura se suaviza. Objetivamente se realiza la medición con un texturómetro.

- **FORMA:** Entre las variedades de arándanos cultivadas existen numerosas formas esféricas que pueden variar desde achatadas a globosas.
- **CICATRIZ:** es el punto de inserción del fruto. Se valora que sea pequeña para minimizar la entrada de patógenos.
- **PRUINA:** es una capa cerosa que rodea el arándano y que no debe ser deteriorada al manipular el arándano, pues tiene efectos beneficiosos para su conservación.
- **AUSENCIA DE DEFECTOS:** morfológicos y fisiológicos originados durante la etapa de crecimiento. Se pueden producir lesiones (heridas, cortes...) durante la cosecha, transporte y almacenamiento afectando la apariencia y facilitando la penetración de patógenos
- (CIFA, 2011).

2.1.10.2 Atributos internos.

- **TEXTURA:** toda la evaluación de las sensaciones que proporciona el alimento en la boca: combinación de sensaciones derivadas de los labios, la lengua, las paredes de la boca, el paladar, los dientes, incluso los oídos.
- **SABOR:** se debe a las sensaciones de la lengua. En el arándano se expresa en términos de la combinación de principios dulces y ácidos relacionados con el grado de madurez. Se valoran más los frutos maduros (más dulces) pero evitando la sobre-madurez.
- **CROCANCIA:** al morder el fruto se siente en la boca un ligero crujir vinculado a la firmeza y jugosidad denominado crocancia. A medida que el fruto se deshidrata, sobre todo si no conserva la pruina, pierde firmeza y crocancia, siendo menos valorado.
- **APRECIACIÓN DE LA SEMILLA:** en aquellas variedades en las que al masticar no se aprecia la semilla son consideradas de más calidad.
- **ASTRINGENCIA:** esta cualidad se puede apreciar en boca, en mayor o menor medida, pasando la lengua por el paladar, notando una sensación de rasposo no deseable.

(CIFA, 2011).

2.1.11 Importancia del cultivo

A nivel mundial se estima que el 95% de la producción de arándanos se lleva a cabo en los Estados Unidos y en Canadá. De acuerdo con las últimas cifras publicadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (FAOSTAT), en 2013 los principales 10 países productores de arándanos fueron:

Cuadro 3

Principales países productores de arándano.

País	Producción anual (2013)
Estados Unidos	239.071 toneladas
Canadá	109.007 toneladas
Polonia	12.731 toneladas
Alemania	10.277 toneladas
México	10.160 toneladas
Francia	9.011 toneladas
Países Bajos	5.498 toneladas
España	5.000 toneladas
Suecia	2.888 toneladas
Nueva Zelanda	2.718 toneladas

(FAOSTAT, 2013)

Sí hace 30 años la comercialización en fresco de los arándanos se restringía a los periodos de producción en América del Norte y, muy poco en Alemania, hoy en día el panorama mundial ha cambiado considerablemente, hasta el punto de que es posible encontrar arándano fresco en los mercados durante los 12 meses del año. Esto es debido, por un lado, a la expansión, ya comentada del cultivo en numerosos países tanto del hemisferio norte como del sur (lo que se conoce como producción de fruta en contra estación) y, por otro, al avance en las técnicas de conservación, que ha hecho posible que la fruta pueda viajar durante muchos días en perfectas condiciones sin mermas de calidad (DGPA, 2016).

A pesar de ser una de las especies de reciente introducción en la fruticultura mundial, la producción y consumo de arándanos en la última década ha tenido un gran crecimiento, tanto en América del Norte, donde ya hay una gran tradición de consumo, como en otros países del continente europeo y de manera incipiente en el Asia. En Estados Unidos, el mayor productor y consumidor a nivel mundial, a principios de los 90 el consumo per cápita estaba en torno a los 250 gr/habitante y año, y hoy en día está próximo a los 800 gr/habitante (DGPA, 2016).

Además del continente americano los mayores consumos se sitúan en Europa, Alemania sola supera los 950 gr/persona. Reino Unido, Alemania y Holanda juntas superan los 450 gr/persona por año, aunque en el caso de España, donde el arándano es aún un fruto poco conocido y de difícil acceso, se ha pasado de 0.5 gr/habitante, en menos de diez años a 5 gr (DGPA, 2016).

Se calcula que en la próxima década la demanda mundial de arándanos se triplicaría, destacando que este importante incremento en la demanda de arándanos se debe a que en todas las regiones del mundo está aumentando su consumo debido a los beneficios para la salud. En el 2014, la producción global de blueberry ascendió a 563.100 toneladas, en ese sentido, se proyecta que en el 2017 ascendería a 680 mil toneladas y el 2019 alcanzaría las 770 mil toneladas (APRATUC, 2015).

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA INSTITUCIÓN ANFITRIONA

El proyecto para la evaluación de las variedades de arándano se llevó a cabo con el apoyo de la Misión de Taiwán, quienes brindan apoyo a pequeños productores que desean alcanzar estándares internacionales para exportación. Para lograr esto se les capacita en los procesos de certificaciones, implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura, mejora en sus procesos administrativos, entre otros. Una de las instituciones a quien la misión de Taiwán beneficia es la Alianza Agroindustrial y Artesanal Rural – ALIAR – de Chimaltenango, siendo las áreas donde se establecieron las parcelas experimentales propiedad de agricultores asociados a Aliar en la Aldea Paneyá, del municipio de San José Poaquil, Chimaltenango (figura 1 y 2).

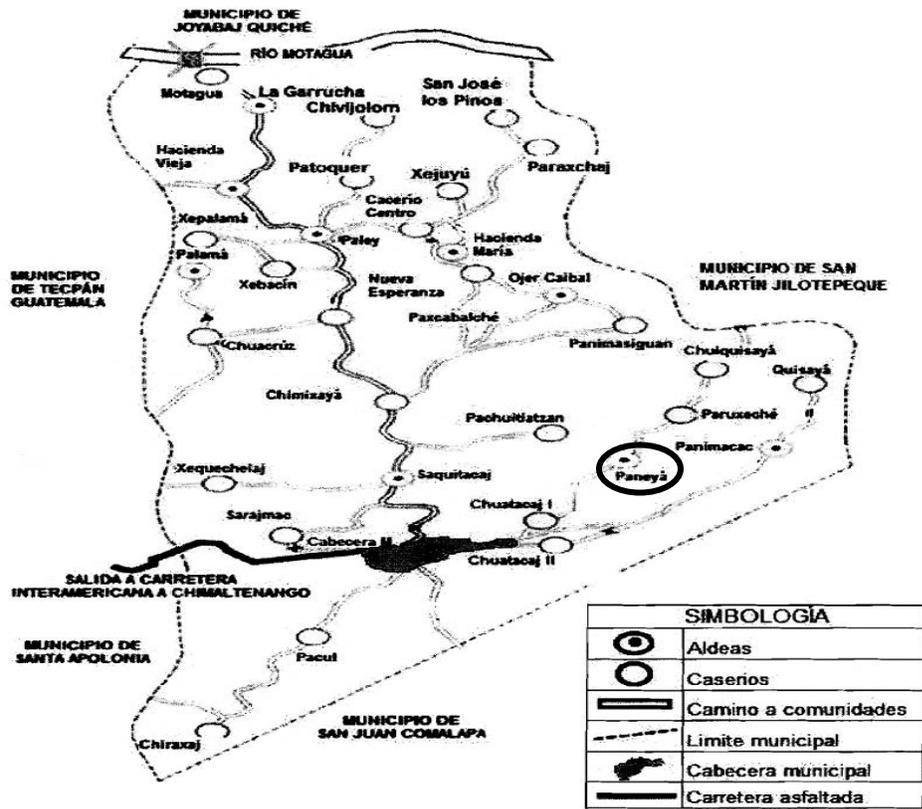


Figura 1. Mapa de ubicación aldea Paneyá (Gómez, Marroquín, Fuentes, Hilario, Cifuentes, Sinay, Espino, Barrera, Escobar y Álvarez, 2009)

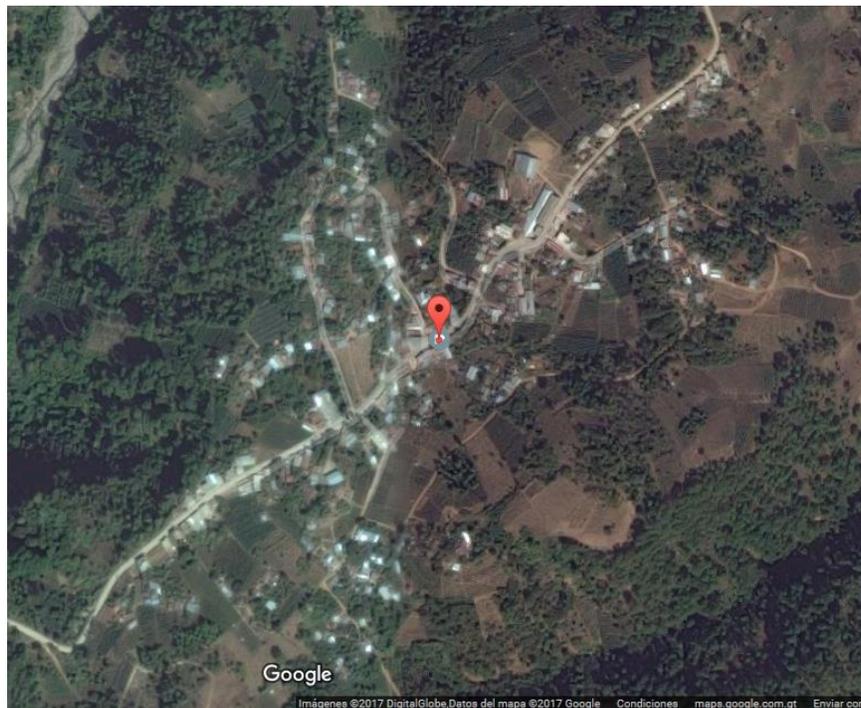


Figura 2. Vista satelital de aldea Paneyá (Google, s.f.)

3. CONTEXTO DE LA PRACTICA

3.1 Necesidad empresarial y eje de sistematización

La misión de Taiwán haciendo énfasis en su objetivo de apoyar a los pequeños agricultores del interior de la República de Guatemala, respondió a la propuesta presentada por Aliar, la cual busca la evaluación del cultivo de arándano para producción y comercialización de este en la aldea Paneyá.

La aldea Paneyá es una región en la cual se produce una diversidad de cultivos tanto para mercado nacional como internacional. En la actualidad, dicha diversificación se ha visto limitada o reducida por aspectos como la baja en los precios de cultivos producidos con fines exportables y no exportables, por los problemas fitosanitarios y de calidad, entre otros, los cuales a su vez generan problemas financieros para los productores de la localidad.

Por la problemática planteada, se estima que el cultivo de arándanos es una opción factible desde el punto de vista técnico y económico, ya que este producto no experimenta fluctuaciones bruscas en la oferta y demanda de mercado; lo que permitiría a las empresas exportadoras y de consumo local mantener precios estables y rentables para los productores de la región, traduciéndose en un aumento en los ingresos para las familias dedicadas al cultivo de berries en la aldea Paneyá.

De la misma forma, el manejo que se brinda a las plantas de arándano es en muchos casos similar al del cultivo de café y de mora, lo cual facilita la transición por parte de los agricultores, quienes se encuentran familiarizados con las BPA en dicho cultivo.

Por ello, se ha considerado importante el desarrollo de la presente investigación, aunado a la falta de información y experiencia con el cultivo por parte de los productores de la región, quienes no cuentan con la información suficiente para poder emprender el proyecto de establecimiento del cultivo, temiendo realizar una inversión que no dará frutos, resultando en la reducción de la diversificación que permite mejorar la condición económica actual de la aldea.

Durante la práctica profesional se apoyó con la evaluación de dos variedades de arándano (“Woodard” y “Gardenblue”) en las condiciones de la aldea Paneyá, desde siembra hasta obtención de frutos, permitiendo que los productores tengan un precedente sobre el cultivo

en su localidad y con ello incentivar su producción. Esto a su vez contribuirá a diversificar los cultivos producidos en la aldea, disminuyendo la dependencia económica que se tiene con los cultivos no tradicionales de exportación con los que cuentan actualmente.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Apoyar en la evaluación de dos variedades de arándano (“Gardenblue” y “Woodard”) en las condiciones de la aldea Paneyá, Cooperativa Aliar.

4.2. ESPECÍFICOS

Establecer el mejor modo de transporte de las variedades de arándano dentro de los recursos disponibles.

Documentar el desarrollo vegetativo del arándano en la localidad de la aldea Paneyá.

Determinar el rendimiento de las variedades de arándano en la localidad de la aldea Paneyá.

Establecer los puntos importantes necesarios a entender para realizar la aclimatación del arándano en la aldea Paneyá.

5. PLAN DE TRABAJO

5.1 Programa desarrollado

Se establecieron tres parcelas experimentales en la aldea Paneyá, San José Poaquil, localizada en las coordenadas geográficas 14°49'53.8"N 90°52'48.5"W. Dicha zona cuenta con un clima templado con temperaturas que oscilan entre 18 y 22 grados (Gómez, et al., 2009; Asijtuj, 2009).

La primera parcela fue utilizada como centro de estudio estando conformada por treinta plantas de la variedad “Gardenblue” y veinte de la variedad “Woodard”, en la cual se llevaron a cabo los cuidados necesarios basados en la literatura disponible sobre el cultivo.

Las parcelas dos y tres sirvieron como sujetos de observación en los cuales los productores realizaron un manejo mínimo, contando con cuatro plantas de la variedad “Gardenblue” y una de la variedad “Woodard” cada una.

Las plantas fueron adquiridas en la finca del señor Felipe Yurrita, ubicada a aproximadamente seis kilómetros del centro de San Juan Chamelco, en el departamento de Alta Verapaz. Se trabajó con plantas de siete años, esto por motivos de disponibilidad en el país, ya que son pocas las personas que se dedican a la producción y venta de plantas de arándano.

Las plantas de arándano fueron sembradas dentro de una producción activa de mora, lo cual permitió la obtención de datos basados en las capacidades productivas de un terreno que actualmente se encuentra en producción.

El manejo de las plantas de arándano, desde siembra hasta cosecha, se llevó a cabo de acuerdo con la literatura citada en este documento. Al iniciar la experimentación en campo, se brindó capacitación a los productores sobre como sembrar correctamente las plantas, asistiéndoles en el proceso de siembra. Así mismo, se dio información sobre los cuidados que requiere la planta de arándano, permitiendo así que los agricultores tuvieran un panorama de los cuidados necesarios de la planta durante su ciclo productivo.

Cada semana, se realizó toma de datos sobre el progreso del cultivo, documentando especialmente la aparición de flores y frutos, los cuales pueden ser tanto indicadores de una aclimatación exitosa como una respuesta al estrés. Las plantas que no presentaron formación de flores o frutos fueron primeramente podadas y, en los casos en los que no se obtuvo ningún tipo de crecimiento en la planta, estas fueron eliminadas de la parcela.

5.2 Indicadores de resultado

El establecimiento de tres parcelas demostrativas de arándano en la aldea Paneyá, las cuales sirven tanto como una manera de aprender para los actuales y los futuros productores, así como un incentivo para aquellos interesados en implementar el cultivo como una alternativa de producción.

La documentación del desarrollo vegetativo y el rendimiento de las variedades de arándano en la aldea Paneyá, que brinde información actual sobre el comportamiento de las variedades de arándano a agricultores interesados en el cultivo.

El acompañamiento (monitoreo y verificación) en el área donde se proporcionó información técnica a agricultores, brindándoles conocimientos sobre el manejo adecuado del cultivo de arándano y los requerimientos para poder establecer el cultivo.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Tolerancia al transporte y trasplante

Las plantas de arándano fueron transportadas desde San Juan Chamelco vía terrestre por medio de un vehículo tipo Pick-up. No se contaba con ningún tipo de protección contra el viento, lo cual causó que las plantas ubicadas en el área superior de la palangana sufrieran de defoliación. El transporte tuvo una duración de 16 horas en total, desde el momento de carga hasta la descarga en el área de plantación en la aldea Paneyá. La compra inicial fue de 60 plantas, 40 de la variedad “Gardenblue” y 20 de la variedad “Woodard”. Se utilizó plantas completas de siete años, esto debido a la poca disponibilidad de plantas en el país que reduce al mínimo la capacidad de selección del material a utilizar.

La variedad “Gardenblue” presentó alta resistencia al transporte en las tres parcelas, la cual fue observada durante los primeros quince días después del trasplante. No hubo defoliación significativa en las plantas de esta variedad más que la causada por el transporte, debido a la falta de una cobertura en el área foliar durante el trayecto.

A cada una de las plantas de la parcela #1 se le realizó una poda de rejuvenecimiento después de siembra, eliminando los órganos vegetativos que estuvieran muertos o dañados por el transporte, además de aquellos órganos envejecidos o que ya han cumplido su ciclo productivo. Parte de los objetivos básicos al momento de la poda en el arándano son: favorecer el desarrollo de madera nueva vigorosa, controlar el tamaño de la planta y mantener una producción regular. Las plantas sin podar mantienen una densidad alta con ramas débiles envejecidas, lo cual evita el desarrollo de nueva madera para la producción de años próximos, además de ser más susceptibles a plagas y enfermedades (Díaz y Coque, 2011).

Esto tuvo un impacto directo en el crecimiento de las plantas, ya que no solo permitió que las plantas redujeran la pérdida energética causada por el transporte de nutrientes a la zona aérea, sino que también supone un aprovechamiento de la energía para generar nuevas raíces, permitiendo así un mejor desarrollo radicular en las plantas de las tres parcelas. Es recomendable realizar la poda días antes de trasplantar, para que la planta pueda cicatrizar adecuadamente y así compensar la pérdida de raíces durante el transporte.



Figura 3. Desarrollo de nuevas raíces en plantas de arándano “Gardenblue”. Tomadas por W. Ajuquejay (2017)

La variedad “Woodard” presentó resistencia al transporte observable en la mayoría de las plantas de la parcela #1, #2 y #3 en los primeros diez días después de trasplante. En comparación con las plantas de la variedad “Gardenblue”, las plantas “Woodard” presentaron un mayor grado de defoliación por trasplante, lo cual se interpreta como una mayor fragilidad en el área foliar. De veinte plantas de esta variedad, cinco de ellas mostraron signos de marchitamiento a los diez días de trasplante y las siguientes quince plantas comenzaron a mostrar signos de marchitamiento a los veinte días después de siembra. Las veinte plantas “Woodard” se marchitaron en el mes siguiente a siembra sin haber generado nuevos pelos absorbentes, como se observa en la figura 4.

En el caso de esta experimentación la causa del marchitamiento de las plantas está directamente ocasionada por la capacidad de adaptación de estas y no por enfermedades o plagas. La variedad Woodard, a pesar de contar con una alta capacidad productiva, es altamente susceptible a la capacidad de drenaje del suelo, ya que, si el suelo no es capaz de drenar el agua adecuadamente, las plantas de esta variedad no toleran el exceso de agua, deteniendo el desarrollo de raíces y finalmente ocasionando que la plantas mueran (Davies y Albrigo, 1983). En campo se sugiere preparar el suelo con arena para facilitar el drenaje.



Figura 4. Raíz de plantas de arándano de la variedad “Woodard” sin aparición de nuevos pelos radicales.
Tomadas por W. Aquejay (2017)

Como consecuencia del marchitamiento de las plantas de la variedad “Woodard”, se realizó una resiembra de diez plantas de la variedad “Woodard” y se sustituyeron diez plantas con la variedad “Gardenblue”; ocho en la parcela #1 y una en la parcela #2 y #3.



Figura 5. Resiembra de plantas de arándano “Gardenblue”. Tomadas por W. Aquejay (2017)

A los 15 días después de la resiembra, las nuevas plantas “Woodard” comenzaron a marchitarse, sin mostrar signos de desarrollo radicular o crecimiento vegetativo, por lo cual

fueron eliminadas de la parcela, mientras que las “Gardenblue” se adecuaron al ambiente sin ningún problema.

6.2 Desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo es altamente susceptible a los cambios ambientales, siendo la luz uno de los más grandes al tener influencia directa en la producción de energía, permitiendo así que exista un alargamiento de los tallos y entrenudos, y que las hojas tengan un mejor desarrollo (Retamal, 2014). Esto es notable en hojas nuevas producto de nuevos brotes como se observa en la figura 6, siendo de mayor tamaño y mejor coloración en comparación con las hojas de plantas en San Juan Chamelco.

Parte de esta diferencia es el cambio en la cantidad de luz directa disponible para las plantas al día, ya que en San Juan Chamelco la producción se encuentra cercana a una zona boscosa por lo que la cantidad de luz directa disponible es menor comparada con las condiciones de Paneyá, donde la disposición de las parcelas es tal que se aprovecha al máximo la luz solar.



Figura 6. Hojas nuevas de arándano a los 90 días después de siembra. Tomadas por W. Ajquejay (2017)

La mayoría de las plantas ya contaba con estructuras florales al momento de trasplante debido al ciclo fenológico de las mismas, el cual presenta el período entre febrero y mayo como época de floración en algunas variedades (Darnell et al.1992; Meyer y Prinsloo, 2003; AVPA, s.f.). Las plantas de la variedad “Gardenblue” comenzaron a producir nuevas estructuras florales 20 días después del trasplante, siendo mayormente observable en el caso de las plantas con hijuelos, las cuales poseían un sistema radicular más desarrollado. En el

caso de las plantas sin hijuelos, la floración comenzó a los 40 días después de trasplante, sin embargo, fue considerablemente menor a la observada en plantas con hijuelos. De cuarenta plantas “Gardenblue”, treinta produjeron flores y a 10 plantas se les realizó poda de rejuvenecimiento.



Figura 7. Flor abierta de arándano. Tomadas por W. Ajujey (2017)

6.3 Rendimiento

La época de cosecha comenzó a los 90 días después de floración en la parcela #1, y a los 100 días en las parcelas #2 y #3, teniendo una duración de 7 semanas promedio en las tres. Estos resultados concuerdan con los datos existentes en la bibliografía citada, ya que encajan con los estándares productivos de los arándanos. Se obtuvo una producción promedio de 0.23 kilogramos por planta, lo cual es equivalente a la producción obtenida en Chile por plantas de la variedad “Bluetta” de tres años en su primera producción de acuerdo con los resultados documentados por García y Ciordia (2006), quienes mencionan además que la variedad “Bluetta” fue el cultivar más precoz en cuanto a la fecha de maduración acorde a su ciclo fenológico, misma situación que fue observada en las plantas “Gardenblue”



Figura 8. Cambios en maduración de frutos de arándano. Tomadas por W. Ajquejay (2017)

Una de las desventajas que presenta la variedad “Gardenblue” es el tamaño del fruto, el cual es de 1cm de diámetro. El mercado de frutos frescos de arándano prefiere un tamaño mediano-grande a grande, por lo que el enfoque principal para su comercio es el de procesados.

Lastimosamente, en Guatemala existe una limitante en cuanto a las variedades disponibles comercialmente, ya que por muchos años el estudio del cultivo de arándano se ha limitado a empresas privadas quienes no brindan acceso a la información, evitando así que personas individuales o grupos de productores realicen pruebas con el cultivo.

La falta de incidencia de plagas en el cultivo durante la duración de este estudio concuerda con la situación actual del arándano en el departamento de Alta Verapaz según la Asociación Verapacense de productores de Arándano (s.f.). Las aves son los únicos causantes de daño, al consumir los frutos maduros sin cosechar. Al momento de ampliar las zonas productivas de arándano en la aldea Paneyá, las aves pueden representar una amenaza al rendimiento, y por ende una pérdida económica, por lo que en un futuro cercano será necesario analizar el impacto de estos en el rendimiento y tomar las acciones necesarias.

El acompañamiento durante la realización del presente estudio por parte de los agricultores permitió que adquirieran conocimientos tanto literarios como experimentales en el cultivo de arándanos, demostrando gran interés en el cultivo y una alta disposición a ampliar las zonas productivas. Muchos de los conocimientos previos en cuanto al cultivo de mora permitieron que se adaptaran rápidamente al manejo del arándano, tales como higiene al cosechar, cuidados del fruto cosechado, cuidados de limpieza, Buenas Prácticas Agrícolas, entre otros.

La aldea Paneyá ha demostrado ser una opción altamente viable para el cultivo del arándano, brindando adecuadas condiciones de temperatura para que el cultivo se desarrolle sin inconvenientes. Es importante notar que las variedades utilizadas juegan un papel importante, ya que se sugiere en otra investigación evaluar variedades que se puedan adecuar al medio.

7. CONCLUSIONES

El transporte es un punto clave al momento de realizar una aclimatación de plantas, ya que, dependiendo de la distancia en que se encuentra el abastecedor y del método de realización de este, la tasa de supervivencia de las plantas aumenta o disminuye. En la práctica realizada, el método de transporte no fue el ideal, ya que, al utilizar un vehículo tipo pickup no se contaba con ningún tipo de cobertura de protección para las plantas, lo cual genera daños no deseados a las mismas. Es importante utilizar el equipo adecuado para realizar el transporte, cumpliendo con los requerimientos propios de cada cultivo. En este caso el presupuesto disponible no permitía el alquiler de un camión acondicionado, el cual permitiría el transporte de las plantas a una temperatura controlada brindando además protección contra elementos climáticos.

La variedad “Gardenblue” presentó un alto grado de aclimatación, representado por su capacidad de producir nuevos órganos vegetativos en las condiciones de la aldea Paneyá. La luz fue uno de los factores con mayor influencia, debido a que permite una mayor producción de energía por parte de la planta. Este cambio es notable en el tamaño y coloración de las hojas nuevas, que en comparación con hojas de plantas presentes en San Juan Chamelco son significativamente mayores. La variedad “Gardenblue” fue capaz de generar flores, las cuales son indicadores del inicio de producción de frutos.

La variedad “Woodard” no se aclimató a las condiciones de la aldea Paneyá, observable en el marchitamiento de las veinte plantas de esta variedad al mes después de siembra, por lo cual no se recomienda el uso de estas plantas para producción en la localidad de la aldea Paneyá. La poca capacidad de drenaje del suelo es uno de los factores de importancia en el marchitamiento de las plantas de la variedad “Woodard”, las cuales son sensibles al encharcamiento.

El rendimiento de las plantas de arándano “Gardenblue” de siete años en resiembra es similar a lo explicado teóricamente de plantas de tres años en su primera producción en Chile. Esto permite realizar estimaciones de producciones futuras, comparando la producción obtenida con la capacidad productiva de la variedad deseada acorde a la literatura. En el caso de la experimentación realizada, se observa que el trasplante de las plantas de arándano no detiene

su producción, siempre y cuando las condiciones edafoclimáticas y el mantenimiento realizado sean los correctos.

El acompañamiento por parte de los productores durante la duración de la práctica les permitió adquirir experiencia acerca del manejo del cultivo, siendo parte de cada una de las etapas de cuidados y mantenimiento de las plantas. La experiencia previa con el manejo de la mora y el café fueron factores que facilitaron el aprendizaje de los productores, adaptando prácticas de ambos cultivos previamente mencionados a aquellas prácticas propias del cultivo de arándano. Este factor también facilita la expansión de la producción de arándano en la aldea Paneyá, permitiendo una fácil comprensión de los cuidados necesarios a nuevos productores interesados en el cultivo que tengan experiencia previa en mora y café. Para productores sin experiencia, es recomendable un acompañamiento cercano junto a literatura que brinde información suficiente, principalmente para evitar problemas causados por un manejo inadecuado de las plantas, lo cual tiene una relación directa con la aclimatación de estas.

8. RECOMENDACIONES

Debido a la corta duración de este estudio, se recomienda continuar con la toma de datos experimentales (desarrollo radicular, crecimiento vegetativo, brote de hijuelos, floración), especialmente enfocados al rendimiento y calidad de la fruta cosechada, con el fin de evaluar el comportamiento productivo de la planta.

Tomar un mayor número de unidades muestrales, así como una toma de datos semanal, ya que de esta manera es posible realizar un seguimiento más exacto de la evolución de la planta durante todo su ciclo.

Preparar el suelo conforme a los requerimientos del cultivo indicados en la literatura, dando importancia a aspectos como drenaje y materia orgánica.

Evaluar variedades comerciales no disponibles en Guatemala, con el fin de ampliar la gama de variedades disponibles para producción en el país.

Se sugiere realizar estudios enfocados a la propagación asexual del cultivo, con el objetivo de tener un medio más accesible para la adquisición de plantas nuevas.

Realizar practicas de propagación y enraizamiento del arándano en diferentes áreas y formas de posible producción en el país.

Elaborar estudios de costos de producción y de ganancias estimadas por la venta del arándano, que permitan conocer la relación costo/beneficio de la producción de arándanos en Guatemala.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ACES- Alabama Cooperative Extension System. (2013). Rabbiteye Blueberries. Alabama. 2pp
- AGEXPORT. (2002). Manual del cultivo de Arándano. Guatemala. 54pp
- AgriLIFE EXTENSION. (2015). Rabbiteye Blueberries. Texas. 5pp
- APRATUC. (2015). Aumenta la demanda mundial de Arándanos (En Red). Consultado el 10 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.apratuc.com/Noticia-1479/aumenta-la-demanda-mundial-de-arandanos.html>
- Asijtuj, A. (2009). Monografía del municipio de San José Poaquil, Departamento de Chimaltenango. Tesis de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 55p
- AVPA. (s. f.). El Cultivo de Arándanos en Guatemala. Alta Verapaz, Guatemala. 15pp
- Bedt, C., Wisniewski, M., Artlip, T., y Norelli, J. (2006). Global Analysis of Genes Regulated by low Temperature and Photoperiod in Peach Bark. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131 (4): 551 – 563
- Bedker P. (2004). Cuando podar. USDA forest service. Northeastern Area State and Private Forestry. USA.
- Chilean Blueberry Committee. Técnicas de manejo de cosecha y pos-cosecha (En red). Consultado el 22 de febrero de 2017. Disponible en: comitedearandanos.cl/wp-content/uploads/2015/08/Manual_de_tecnicas_de_Manejo_de_Cosecha_y_Po-stcosecha_en_arandanos.pdf
- CIFA. (2011). El Arándano. Gobierno de Cantabria. 28pp.
- Cronquist, A. (1981). An Integrated system of classification of flowering plants. US, University Press. 1,262 p.

- Darnell, R., Stuttre, G., Martín, G., Lang, G. y Early, J. (1992). Developmental physiology of rabbiteye blueberry. *Horticultural Reviews* 13: 339-405.
- Davies, F. y Albrigo, L. (1983) Water relations of small fruits. En: Kozlowski, T. (1983). *Water deficits and plant growth: additional woody crop plants.* Academic Press, New York, pp. 89-136.
- DGPA- Dirección General de Políticas Agrarias. (2016). *El Arándano en el Perú y el Mundo. Producción, comercio y perspectivas.* Perú. 42pp
- FAOSTAT. Consultado el 17 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Fruitcrops. (2017). *Blueberry- Vaccinium spp* (En red). Consultado el 3 de marzo de 2017. Disponible en: <http://www.fruit-crops.com/blueberry-vaccinum-spp/>
- García, J., y Ciordia, M. (2006). Estudio económico del cultivo del arándano. *Boletín informativo 2º época, Numero 3.* SERIDA
- Glenn, D., y Scorza, R. (2006). Genetic and Environmental Effects on Water Use Efficiency in Peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 131 (2): 290 – 294
- Gómez, J., Marroquín, O., Fuentes, S., Hilario, A., Cifuentes, Y., Sinay, I., Espino, O., Barrera, D., Escobar, I. y Álvarez, M. (2011). *Municipio de San José Poaquil Departamento de Chimaltenango. Informe General.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 464pp
- Google. (s.f.). Mapa de aldea Paneyá, San José Poaquil. Recuperado el 27 de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.google.com/maps/place/14%C2%B049'53.8%22N+90%C2%B052'48.5%22W/@14.8318701,-90.8795928,17z/data=!4m6!3m5!1s0x0:0x342f75d3389c3a49!7e2!8m2!3d14.8316162!4d-90.8801401>
- INIA. (1988). *El cultivo del Arándano.* Chile. 183pp

- Kalt, W., Ryan, D., Duy, J., Prior, R., Ehlenfeldt, M. y Kloet, S. (2001). Interspecific Variation in Anthocyanins, Phenolic, and Antioxidant Capacity among Genotypes of Highbush and Lowbush Blueberries (*Vaccinium* Section *Cyanococcus*spp.) J. Agric. Food. Chem. 49 (10) 4761 – 4767
- Mainland, Ch., M. (1994). Manejo del arándano. En: Seminario Internacional Producción de Frambuesa y Arándano en Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile. P115-127.
- Meyer, H.J. y Prinsloo N. (2003). Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. Small Fruits Review 2:3-21.
- Muñoz, C. (1988). Variedades y su propagación. Instituto de investigaciones agropecuarias. Seminario: El cultivo del arándano. Estación Experimental Carillanca. Temuco Chile. pp: 51-66.
- NWE- New World Encyclopedia. (2016). Blueberry (En red). Consultado el 15 de febrero de 2017. Disponible en: <http://www.newworldencyclopedia.org/p/index.php?title=Blueberry&oldid=996806>
- NPGS. (2006). Taxón: *Vaccinium ashei* J. M Reade (En red). Consultado el 28 de febrero de 2017. Disponible en: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxonomydetail.aspx?id=40987>
- Retamales, J. y Hancock, J. (2011). Crop production science in horticulture Blueberries, Holly Beaumont, N° 21. United States
- Retamal. J. (2014). Influencia de las condiciones microclimáticas bajo túnel alto sobre respuestas fisiológicas y productivas en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Tesis doctoral. Chile
- Rivadeneira, M., (2010). Diagnostico nutricional en Arándanos (*Vaccinium corymbosum*), Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.
- Rodríguez, A. (2014). Manejo de la fertilización en el cultivo del Arándano, Experiencias del seguimiento nutricional en el Perú. AGQ. 85pp

- San Martín, J. (2010). Recomendaciones prácticas para la poda en arándanos en distintas variedades. Revista fedefruta. N 128.
- Vásquez, F, J (1985). Cultivo de tejidos vegetales. Agricultura de las Américas Número 6.p 22-27
- Vega, A y Muños, C. (1994). Presencia de Micorrizas Ericáceas en Chile. Agricultura Técnica.
- Wang, S. y Zheng, W. (2001). Effect of Plant Growth Temperature on Antioxidant Capacity in Strawberry. J. Agric. Food. Chem. 49 (10): 4977 – 4982
- Williamson, J. y Lyrene, P. (1994). Guía para el cultivo de los arándanos en Florida. 9pp