

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Departamento de Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería Forestal



Informe final de Tesis:

Los efectos de los fertilizantes foliares ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan) en plantas de aliso *Alnus jorullensis* Kunth:

Estudio realizado en el vivero forestal de la Asociación de productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS- comunidad de Cojxac del municipio de Totonicapán.

Por:

Marta Kimberly Yax Tumax

Registro académico: 201340768

Asesora:

Inga. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González

Totonicapán, Guatemala, noviembre de 2023.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Departamento de Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería Forestal



Informe final de Tesis:

Los efectos de los fertilizantes foliares ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan) en plantas de aliso *Alnus jorullensis* Kunth:

Estudio realizado en el vivero forestal de la Asociación de productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS- comunidad de Cojxac del municipio de Totonicapán.

Por:

Marta Kimberly Yax Tumax

Registro académico: 201340768

Asesora:

Inga. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González

Totonicapán, Guatemala, noviembre de 2023.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**RECTOR MAGNÍFICO:**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

**REPRESENTANTES DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO
DE TOTONICAPÁN:**

Nombre	Representante de Facultad o Colegio
M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval	Director
Ing. Mec. Ind. Hugo Humberto Rivera Pérez	Secretario del Consejo Directivo
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes	Representante Docente de la Facultad de Agronomía
Dr. Berner Alejandro García	Representante Profesional del Colegio de Abogados y Notarios de Guatemala
Sr. Willy Rolando Barrientos Sancé	Representante Estudiantil de la Facultad de Odontología
Sr. Marvin Rodolfo Argueta Anzueto	Representante estudiantil de la Facultad de Ciencias Médicas

AUTORIDADES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE TOTONICAPÁN:**DIRECTOR:**

M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval

PLANIFICADOR ACADÉMICO:

Ing. Erick Rocael de León Guzmán

COORDINADOR ACADÉMICO:

Lic. Arnoldo René Castañón Ramírez

COORDINADOR DE LA CARRERA:

Ing. Agr. David Bidkar Baten de León

COORDINADORA DEL DEPARTAMENTO DE EPS:

MSc. Fabiana Camila Tzul de Alvarado



Ref. D-I.MA.ICHAS/CUNTOTO/INGFORESTAL

Número 005-2023

El Director del Centro Universitario de Totonicapán de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen de aprobación con referencia DICTAMEN TESIS INGENIERIA FORESTAL número 002-2023, COORDINACIÓN ACADÉMICA/ARCR/TESIS FORESTAL002, emitida por el Coordinador Académico del Centro Universitario de Totonicapán, Licenciado Arnoldo René Castañón Ramírez, al informe final de tesis, presentado por la estudiante universitaria **MARTA KIMBERLY YAX TUMAX**, registro académico **No. 201340768**, trabajo titulado **"Los efectos de los fertilizantes foliares ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan) en plantas de aliso Alnus jorullensis Kunth: Estudio realizado en el vivero forestal de la Asociación de productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-comunidad de Cojxac del municipio de Totonicapán"**, de la carrera de Ingeniería Forestal, para lo cual esta Dirección **AUTORIZA** la impresión de cinco (5) ejemplares del mismo y una (1) copia en digital (CD) del trabajo anteriormente descrito, mismos que deben entregarse a donde corresponde.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Carlos Humberto Aroche Sandóval

Director

Centro Universitario de Totonicapán



Cc. archivo





DICTAMEN TESIS INGENIERIA FORESTAL /No. 002-2023
COORDINACIÓN ACADÉMICA/ARCR/TESISFORESTAL002

M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Director
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable M.A. Ing. Aroche:

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se tuvo a la vista el dictamen de aprobación del INFORME FINAL DE TESIS de la Estudiante **MARTA KIMBERLY YAX TUMAX**, registro académico No **201340768**, titulado "Los efectos de los fertilizantes foliares ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan) en plantas de aliso *Alnus jorullensis* Kunth: Estudio realizado en el vivero forestal de la Asociación de productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS- comunidad de Cojxac del municipio de Totonicapán". de la Carrera de Ingeniería Forestal. Dictamen emitido por la Licda. Fabiana Camila Tzul, Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado CUNTOTO, con referencia a Dictamen No. 16-2023 de fecha 18 de octubre de 2023, así mismo se presentó el dictamen de revisión de la jefatura de la Biblioteca, con referencia Oficio Ref. No. Tesis/19-2023 de fecha 25 de noviembre de 2023, donde se informa que se ha cumplido con "observaciones en redacción y estilo que deben estar acordes a un trabajo académico de grado exigidas por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala," por lo cual se emite **DICTAMEN FAVORABLE** al trabajo mencionado.

Por lo expuesto se solicita emisión de Dictamen para impresión del Informe final de Tesis de la estudiante **MARTA KIMBERLY YAX TUMAX**.

Y para los usos que a la interesada convenga, se extiende, firma y sella el presente dictamen a los veintisiete días del mes de noviembre de 2023.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS".

Lic. Arnoldo Castañón
Coordinador Académico
Centro Universitario de Totonicapán



cc.archivo





Oficio Ref. No. Tesis-EPS/19-2023

Totonicapán, 25 de noviembre de 2023

Lic. Arnoldo René Castañón Ramírez
Coordinador Académico
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable Licenciado:

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se presentó a la jefatura de esta Biblioteca la revisión del informe final de **Tesis** del (la) estudiante: **MARTA KIMBERLY YAX TUMAX**, con registro académico No. **201340768**, documento titulado: Los efectos de los fertilizantes foliares ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan) en plantas de aliso *Alnus jorullensis* Kunth: Estudio realizado en el vivero forestal de la Asociación de productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS- comunidad de Cojxac del municipio de Totonicapán. Contando con la asesoría, revisión y aprobación del (la) Inga. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González.

Al mencionado informe se le efectuó observaciones en redacción y estilo que deben de estar acordes a un trabajo académico de grado exigidas por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala, las mismas fueron atendidas por el (la) estudiante, por lo que solicito a usted pueda emitir el **DICTAMEN FAVORABLE** para que éste (a) pueda continuar con las gestiones previas a su graduación.

Sin otro particular muy atentamente.

f)

Bib. Mario Santiago Pérez





Centro Universitario de Totonicapán
Universidad de San Carlos de Guatemala
Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado

Dictamen No. 16-2023

Centro Universitario de Totonicapán, Universidad de San Carlos de Guatemala, dieciocho de octubre 2023. -

Por este medio se hace constar que, **Marta Kimberly Yax Tumax**, con registro académico **201340768** de la carrera de Ingeniería Forestal, ha finalizado con el informe final de Investigación. Los **efectos de los fertilizantes foliares ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan) en plantas de aliso *Alnus jorullensis* Kunth, en el vivero forestal de Asociación de Productores Solidarios San Miguel Totonicapán**. Estudio realizado en el vivero forestal de la Asociación de productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS- comunidad de Cojxac del municipio y departamento de Totonicapán.

Cumplió satisfactoriamente con los requerimientos establecidos en el reglamento de Tesis, autorizado por los miembros del Consejo Directivo del Cuntoto. Con la asesoría, de la Inga. Mayra Patricia Cabrera González, además, revisiones de la terna asignada. Por lo tanto, se emite dictamen favorable, para que continúe con los procesos técnicos y administrativos que corresponde.

Atentamente;


-MSc- Fabiana Camila Tzul de Alvarado
Coordinadora del DEPS



Dedicatoria a:**Dios**

Fuente de vida, sabiduría y entendimiento, por brindarme amor incondicional en todo momento difícil y ser guía en el proceso para cumplir esta meta.

Mis Padres

Juan Reyes Yax García y Antonia Lucia Tumax Talé, por todo el esfuerzo realizado en las etapas estudiantiles, por el apoyo incondicional brindado.

Hermanos

Heber, Yénifer, Marina Celso, Juan, Antonia y Joab, por todo el cariño y amor brindado.

Abuelitos

Celso Tumax (+), Justa Marina Tale (+), Ángel Valentín Yax (+) y Ana Marta García, por sus consejos y amor incondicional.

Familia y amigos

Por todo el apoyo y muestras de cariño brindado.

Agradecimientos a:**Dios**

Por ser el dueño de la vida y fuente de sabiduría e inteligencia, guardarme de todo peligro y brindarme la oportunidad de llegar a alcanzar esta meta trazada

Mis Padres

Por todo el esfuerzo y sacrificio realizado en todo el proceso de educación escolar, sus consejos, amor y apoyo incondicional.

Hermanos

Por brindarme su amor, consejos, palabras de ánimo y apoyo incondicional en todo momento.

Asesora

Ingeniera Agrónoma Mayra Patricia Cabrera, por su apoyo y aporte en la fase inicial y final de la presente investigación.

APS

Asociación de Productores Solidarios de Totonicapán, por permitirme llevar a cabo la fase de investigación dentro de las instalaciones del vivero forestal.

Ingeniero agrónomo

Fernando Recancoj, por compartir sus conocimientos y consejos en la fase de implementación de la investigación.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal proporcionar información a las personas encargadas de producir especies forestales dentro de los viveros, tomando en cuenta que los resultados obtenidos servirán para optimizar los recursos (tiempo y economía), fortaleciendo la producción en calidad y cantidad, ya que la aplicación de fertilizantes foliares son una alternativa para el rendimiento de las plantas. Cabe resaltar que las plántulas producidos fueron llevados al campo para la siembra debido a la demanda del aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth, esto por su valor cultural y los importantes beneficios brindados a la madre naturaleza, principalmente en lugares aledaños a los nacimientos de agua potable.

La práctica de implementación de abonos foliares en la producción forestal ha facilitado los procesos dentro de los viveros, puesto que contribuyen a mejorar la deficiencia de nutrientes en las plantas, favorece el buen desarrollo de las mismas y aumenta el rendimiento y calidad de las plántulas, esto permite experimentar e introducir nuevas formas para el manejo de las especies, además contribuye a los problemas de fertilización de los suelos.

Dentro de las especies con alta demanda en los viveros forestales está el aliso, dicha especie es la encargada de proporcionar humedad al suelo, aumenta la filtración en los mantos freáticos, proporciona nitrógeno, contribuye a la conservación de zonas potenciales de recarga hídrica, tomando en cuenta que Totonicapán es un departamento con riqueza en flora y fauna, contribuyendo así a la formación de 5 cuencas hidrográficas (Samalá y Nahualate vertiente del pacifico, Motagua, Salinas y Atitlán) importantes del país.

La investigación aporta con información sobre los efectos de los fertilizantes foliares, químico (Bayfolan) y ecológico (Supermagro) en las plantas de Aliso, lo que permitirá brindar datos a la población y servirá de guía para la optimización de recursos y garantizar que los árboles que se produzcan tengan las condiciones adecuadas para ser llevados a campo, libres de plagas y enfermedades.

Palabras claves: Totonicapán, bosques. Aliso (***Alnus jorullensis***). Vivero forestal, Fertilizante foliar. Nacimientos de agua.

Abstract

The main objective of this research is to provide information to the people in charge of producing forest species within the nurseries, taking into account that the results obtained will serve to optimize resources (time and economy), strengthening production in quality and quantity, since that the application of foliar fertilizers is an alternative for plant performance. It should be noted that the trees produced were taken to the field for planting, due to the demand for the alder *Alnus jorullensis* Kunth, due to its cultural value and the important benefits provided to Mother Nature, mainly in places near sources of drinking water.

The practice of implementing foliar fertilizers in forestry production has facilitated the processes within nurseries, since they contribute to improving nutrient deficiency in plants, favors their proper development and increases the yield and quality of the trees. This allows experimentation and introduction of new ways to manage the species, and also contributes to soil fertilization problems.

Among the species with high demand in forest nurseries is the alder, this species is responsible for providing moisture to the soil, increases filtration in the groundwater, provides nitrogen, contributes to the conservation of potential water recharge areas, taking into account that Totonicapán is a department with rich flora and fauna, thus contributing to the formation of 5 important hydrographic basins (Samalá and Nahualate on the Pacific side, Motagua, Salinas and Atitlán) in the country.

The research provides information on the effects of foliar fertilizers, chemical (Bayfolan) and ecological (Supermagro) on Aliso plants, which will provide data to the population and serve as a guide for optimizing resources and ensuring that the trees that are produced have the appropriate conditions to be taken to the field, free of pests and diseases.

Keywords: Totonicapán, forest. Alder (*Alnus jorullensis*), Forest nursery, Foliar fertilizer. Water sources.

K'utbal pa ri ch'ab'al K'iche'

We chak rech tzukunem, ixb'anik rumal, rojowaxij ka ya' ub'ixik chikech konojel ri winaq kkib'an le chak tiko'n rech che' pa taq le ja k'iyisib'al rech. Ruk'we chak ri' ixriqitaj k'i taq nojib'al ka tob'an che le utz uchakuxik xuquje' rech kilix le ukojik le jastaq k'o kuk' le ajchakib' (saq k'aslem xuquje' pwaqil) rojowaxik le suk'umanem le tik'onik rech utz katuxanik xuquje' kak'iyarik, xab'a rumal le ukojik le kunub'al k'o uja'il sib'alaj katob'anik rech utz aninaq xuquje' jel uk'iyik le k'itaq che'. We tzukunem ri' xuquje' kuya' ub'ixik aretaq wa we che' xetik kanoq pa taq k'achelaj, xab'a rumal are sib'alaj rojowaxik le lemob' are jun che' nimalaj reqelen k'olik arek'ut k'o ronojel le utzilal kuya' che le qanan uwach ulew, xuquje' che le uk'iyib'al ja'.

Ukojik le kunub'al k'o uja'il pa le tikon che', sib'alaj katob'anik, xab'a rumal je'l le kik'iyem le che' kub'ano, kuya' uchuq'ab' jechuqe' katob'an che le uk'iyarem le tiko'n, ruk' we chak ri utz kab'an nik'aj tzukunem chik, are ket'amaxik k'ak' nojib'al rech chakunem ruk' lemob'. We utzalaj chak ri kuya' u k'aslemal xuquje' utz wachil le uwachulew.

We lemob' are jun che' sib'alaj utz rilixik kab'anik rumal kuya' urexal le ulew, katob'an che le umulixik le ja' chuxe' el uwachulew, ku mulij ri keqiq' man tza'jom taj, katob'an che le k'achelaj jawi' kak'iywiloq le ja', xab'a rumal le tinimit Chuimeq'ena' jun tinimit k'o u q'inomal chike awajib'xuk'uje' e che' e q'ayes. Waral kak'iy job' ib'och' ku mulij ja' (Samalá y Nahualate vertiente del pacifico, Motagua, Salinas y Atitlán) kutaqb'ik pa taq le plo k'o chuxukut le Ixim Ulew

We tzukunem ka tob'an che uya'ik ub'ixik le ub'eyal kuya' le k'unub'al k'o uja'il xuquje' le k'a kunub'al (Bayfolan), le kunub'al kub'antaj k'ax che le uwachulew (Supermagro) che le che' Lemob', ruk' we chak ri' kaya' ub'ixik che le winaqil le lajoj taq chak kab'anik rech utz ukojik le jastaq che le tik'onijik kab'an che le che' Lemob', rech utz maj uyab', maj chikop are ketik pa taq le juyub' kumal le winaq.

Jalaloj taq tzij: Totonicapán, lemop, kaslema'l ché, kunub'al yab'al chuq'ab'.

Índice general

Tabla de contenido	Pág.
Hoja de respeto	
Contraportada	
Hoja de dictamen de Dirección	
Hoja de dictamen Coordinación Académica	
Hoja de dictamen de Jefatura de Biblioteca	
Hoja de dictamen de Coordinación de DEPS	
Dedicatoria	9
Agradecimientos	10
Resumen	11
Abstract	13
K'utbal pa ri ch'ab'al K'iche'	14
Introducción	18
Capítulo I	
1.1. Marco contextual	20
1.1.1. Zonas de vida vegetal	20
1.1.2. Ubicación geográfica de la comunidad.	20
1.1.3. Clima de la comunidad	20
1.1.4. Ubicación geográfica del vivero forestal de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS-	21
Capítulo II	
2.1. Planteamiento del problema	23
2.2. Objetivos	24
2.2.1. Objetivo general	24
2.2.2. Objetivo específico	25
2.3. Hipótesis	25
2.4. Variables	26
2.4.1. Definición de las variables	26
2.4.3. Operacionalización de las variables	31
2.5. Metodología	32

	16
2.5.1. Enfoque de la investigación.	32
2.5.2. Tipo de investigación	32
2.5.3. Método	33
2.5.3.1 Método mixto	33
2.5.4. Técnicas de investigación e instrumentos	34
2.5.4.1. Consulta bibliográfica	34
2.5.4.2. Análisis de contenido	35
2.5.4.3. Observación	35
2.5.4.4. Boletas de campo	35
2.5.5. Muestreo	35
2.5.5.1. Tipo de muestreo	36
2.5.5.2. Criterios de aplicación	36
2.6. Recursos	39
2.6.1. Talento humano	39
2.6.2. Físico	40
2.6.3. Financiero	40

Capítulo III

3.1. Interpretación de resultados	42
3.2. Comprobación de hipótesis	66
3.2.1. Hipótesis	66
3.3. Hallazgos de la investigación	68
Conclusiones	70
Recomendaciones	72
Referencias	74
Apéndices.....	76

Índice de tablas y figuras

Tabla 1: Operacionalización de las variables.	30
Tabla 2: Gastos realizados en el proceso de investigación.	37
Tabla 3.: Crecimiento de diámetros de las plantas de aliso.	40
Tabla 4: Crecimiento de altura de las plantas de Aliso	42
Tabla 5: Cantidad de hojas o brotes en las plantas de aliso.	44
Tabla 6: Calidad de hojas o brotes de las plantas de aliso	47
Tabla 7: Tamaño de la raíz de las plantas de aliso	51
Tabla 8: Forma de la raíz de las plantas de aliso	53
Tabla 9: Crecimiento de la raíz de las plantas de aliso.	55
Tabla 10: Análisis de varianza y Tukey para las alturas de las plantas de aliso.	57
Tabla 11: Análisis de varianza y prueba de Tukey para los diámetros de las plantas.	58
Tabla 12: Análisis de varianza y prueba de Tukey para el conteo de hojas o brotes para las plantas de aliso.	59
Tabla 13: Análisis de varianza y prueba de Tukey para el crecimiento de la raíz de las plantas de aliso.	61
Tabla 14: Comprobación de hipótesis.	63

Introducción

Totonicapán es un departamento que se caracteriza por contar con zonas potenciales de recarga hídrica, mismas áreas que abastecen de agua potable a las comunidades, por esta y más razones, el interés por cuidar y proteger estas áreas permiten contribuir con información sobre el cuidado, protección y conservación de los recursos naturales, en especial los lugares donde se localizan los nacimientos de agua potable, que de alguna manera se ven afectados por los efectos del cambio climático que perjudica a las familias que utilizan este vital líquido.

En el municipio de Totonicapán, instituciones del gobierno y ONG se unen a la tarea de la conservación y protección de los recursos naturales, tomando como base el cuidado de las fuentes hídricas y de la cobertura forestal. Una de las actividades de mayor relevancia es la reforestación, porque cada uno realiza tareas para recuperar áreas degradadas en las diferentes comunidades. Cabe mencionar que la industria, la tala ilícita, la plaga de gorgojo ***Dendroctonus frontalis***, que afecta directamente al pino colorado ***Pinus oocarpa***, el avance de la frontera agrícola, cambio de uso de suelo, plagas, enfermedades e incendios forestales, que ponen en riesgo a los servicios ambientales para la población.

Los bosques de coníferas de Totonicapán cuentan con variedad de especies de flora y fauna que permite la interacción de agentes biológicos. La diversidad de microclimas y estratos que se caracterizan por contar con árboles forestales, a continuación el listado de árboles; pino blanco ***Pinus ayacahuite***, pino colorado ***Pinus oocarpa***, pinabete ***Abies guatemalensis*** Rehder, madrón ***Arbutus xalapensis***, encino ***Quercus sp***, ciprés común ***Cupressus lusitanica***, aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth, aceituno ***Symplocos hartwegii*** y de arbusto tales como: arrayán ***Baccharis vaccinioides*** HBK, laurel ***Litsea glaucescens***, jaboncillo ***Phytolacca icosandra*** L. Godínez, mismos que se han identificado dentro de los bosques.

El árbol de aliso es la especie que sobresale por su alta demanda en la implementación de las campañas de reforestación, debido a sus propiedades de fijación de nitrógeno y proporción de humedad al suelo, es por ello que los comités

de agua potable, guardabosques y autoridades comunitarias implementan dicha especie forestal para la conservación de las fuentes hídricas.

Los árboles de aliso son valiosos por su alta producción de polen que es alimento de las abejas, especialmente cuando son escasas las fuentes de producción en la apicultura, de la misma forma asociada en densidades bajas con gramíneas, producen forraje de altura, produciendo incrementos significativos en los volúmenes de producción, debido a la alta capacidad fijadora de nitrógeno en el suelo.

El aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth es un árbol con diversas bondades que beneficia al suelo y es de vital importancia para la protección de cuencas hidrográficas, estabilización de laderas, esto gracias al sistema radicular profundo de tipo horizontal y vertical, es de crecimiento rápido, empleado en la reforestación y regeneración de suelos, frecuentemente se usa como cortinas rompe vientos, para sombra de cultivos de café en la comunidad de Casa blanca de Santa María Chiquimula y su alta capacidad para fijar nitrógeno al suelo.

Conociendo las bondades del árbol de aliso y de su importancia en los bosques comunitarios, se propone realizar un estudio que permita conocer posibilidades para optimizar la producción de plantas en los viveros forestales a través de la aplicación de fertilizantes foliares. Con ello se pretende garantizar que los árboles puedan tener las condiciones de desarrollo óptimo antes de ser llevados a campo y resistentes a plagas como el barrenador del tronco ***Aepytus sp***, galeruca del aliso ***Agelastica alni***. De la misma manera, es necesario documentar información que será útil para los procesos productivos dentro del vivero forestal de la Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-.

En el presente documento se cuenta con el proceso desarrollado en las diferentes etapas de la investigación, capítulo I información sobre el departamento y ubicación de la comunidad y lugar a establecer la investigación, capítulo II planteamiento del problema, los objetivos e hipótesis, capítulo III los resultados obtenidos y análisis de del proceso al finalizar los tres meses de aplicación de los fertilizantes ecológicos, Bayfolan y Supermagro.

Capítulo I

1.1. Marco contextual

1.1.1. Ubicación geográfica de Totonicapán

El departamento de Totonicapán se encuentra ubicado en la región suroccidental de la república de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de 1,061 km², colinda al norte con el departamento de Huehuetenango y al sur con Sololá, al este limita con Quiché y al oeste con el departamento de Quetzaltenango. La cabecera departamental se encuentra a una distancia aproximada de 203 kilómetros de la ciudad capital, a más de 2,500 sobre el nivel de mar. Chomarro, pág. 23 (2,012).

1.1.2. Zonas de vida vegetal

A pesar de ser un departamento que se encuentra en el altiplano occidental del país, en Totonicapán pueden apreciarse dos zonas topográficas:

- Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical bmh-MB
- Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical bmh-M

1.1.3. Ubicación geográfica de la comunidad

Cojxac pertenece al municipio de Totonicapán del departamento del mismo nombre, se encuentra ubicado a 2 kilómetros al norte de la cabecera municipal. Límites:

Al Norte: Santa María Chiquimula

Al Sur: Zonas Independencias y Palin

Al Este: Chotacaj

Al Oeste: Zona Palin. (Chomarro, pág. 23 2012).

1.1.4. Clima de la comunidad

El clima de la comunidad es variado pues las épocas de invierno se dan en cinco meses, mientras que el verano ocupa siete meses, marcando con claridad las dos estaciones que se dan en el país, aunque el invierno en los últimos años

son más lluviosos que otros lo que se debe a los cambios que viene sufriendo el medio ambiente. (Chomarro, pág. 23 2012).

1.1.5. Ubicación geográfica del vivero forestal de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS-

Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS- es una organización no gubernamental que desde sus inicios prioriza el apoyo a las comunidades por medio de proyectos ambientales, tomando en cuenta el contexto de cada una de ellas y velando siempre por la conservación, protección de los recursos naturales. Tomando en cuenta el contexto ambiental y los problemas existentes, se cuenta con un vivero forestal, que permite apoyar a las comunidades en la dotación de árboles forestales para la siembra en los bosques comunitarios (Documento de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS-, pág. 19).

El vivero forestal de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán APS, se localiza en la comunidad de Cojxac a 1 kilómetro de la cabecera del departamento de Totonicapán a 2,480 msnm, contando con estructura tecnificada que permite contar con las condiciones de temperatura, humedad y riego adecuado para que las plantas puedan crecer, (Documento de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS-, pág. 21).

El vivero forestal de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS- cuenta con diversidad de especies que se producen anualmente, con el objetivo de contribuir a la recuperación de bosques comunitarios y áreas degradadas por actividades ilícitas realizadas por el hombre. Uno de los problemas que se ve a simple vista y la población sufre actualmente, es la escasez de agua, debido a la disminución de los caudales, el aumento de la población, y la contaminación de ríos y mantos acuíferos. Lo antes mencionado evidencia que las consecuencias del cambio climático están presentes y es necesario, realizar acciones que contribuyan de manera positiva

a la problemática que nos enfrentamos y los viveros son una alternativa para poder contrarrestar las acciones negativas, lamentablemente dentro de los viveros forestales también existen inconvenientes que obligan a los productores aplicar alternativas en la producción para optimizar el tiempo y ofrecer plantas de calidad a las campañas de reforestación (Documento de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS-, pág. 25).

Capítulo II

2.1. Planteamiento del problema

Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-, tiene como objetivo apoyar a las comunidades de Santa María Chiquimula, Cojxac y Chuipachec por medio de proyectos productivos y sostenibles que fomentan el desarrollo económico y ambiental dentro de los espacios de intervención. Debido a la cobertura de los proyectos, en APS, se cuenta con un vivero forestal que permite solventar la demanda de especies forestales, medicinales y ornamentales que requiere los comunitarios para contribuir a la recuperación de áreas degradadas y a la conservación y protección de zonas potenciales de recarga hídrica.

En el vivero de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán – APS- se producen plantas forestales nativas de la región, dentro de las que se encuentran el Pino blanco *Pinus ayacahuite*, pino colorado *Pinus oocarpa*, pinabete *Abies guatemalensis* Rehder, madrón *Arbutus xalapensis*, encinos *Quercus sp*, ciprés *Cupressus lusitanica*, aceituno *Symplocos hartwegii* y aliso *Alnus jorullensis* Kunth, estas se adaptan al clima de los bosques de Totonicapán con facilidad, debido a la demanda de especies en las campañas de reforestación, y la problemática de árboles que no sobreviven en campo después de ser sembrados, la investigación se realizó en las instalaciones antes mencionado, para contribuir a la producción de plántulas de calidad que permitan el desarrollo óptimo de cada una de ellas.

Dentro del trabajo de producción de especies forestales se identifican carencias en los árboles implementados en campo, porque por medio del monitoreo establecido en el año 2019, 2020 y 2021 con guardabosques comunitarios, se observó que solo el 50% sobreviven, debido a las condiciones del clima (heladas, sequías y fuertes vientos) en temporadas del año, por lo tanto, se prioriza acciones que permitan dotar de árboles que tengan los nutrientes necesarios, que aporten al crecimiento de tallo, hojas, raíces y sean resistentes a plagas y enfermedades, garantizando los bienes y

servicios ambientales a la población (Sistematización de patrullajes con guardabosques comunitarios, proyecto FCA 2019 pág. 20).

La especie forestal con mayor demanda por las Autoridades comunitarias, comités de agua potable y Parcialidades de Totonicapán, es el Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth debido a los beneficios que le brinda al bosque, tales como; fijación de nitrógeno, provee humedad en los suelos, proporciona alta cantidad de materia orgánica, contribuye a la polinización y es utilizado como leña, a pesar conocer las bondades de dicho árbol, en la actualidad no se cuenta con información sobre el efecto positivo de los fertilizantes foliares en dicha planta, cabe mencionar que los viveristas comunitarios de Juchanep, Chuipachec, Barraneche, La Esperanza, han desarrollado sus propias técnicas de manera convencional, esto no han sido documentados, por lo tanto, no existen registro de los mismos.

Como, resultado para producir plantas de calidad, es necesario saber qué tipo de manejo debe aplicarse, tomando en cuenta que los fertilizantes son de vital importancia para el desarrollo de las especies y específicamente los foliares que permiten con mayor facilidad la distribución de nutrientes del ápice, hasta la raíz, mismo que son absorbidos por las hojas y transportados en toda la planta, por lo tanto, el estudio se realizó utilizando dos fertilizantes foliares, químico (Bayfolan) y ecológico (Supermagro) que proporcionaron información sobre el crecimiento, durante los primeros meses 3 de vida de la planta de aliso en su producción dentro del vivero.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar efectos de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), en la calidad del crecimiento en la zona radicular y aérea de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth en el vivero de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-

2.2.2. Objetivo específico

- Establecer las características físicas de zona aérea y radicular de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth, al aplicar los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.
- Determinar el crecimiento en la zona aérea (tallo y hojas) tomando en cuenta altura, diámetro y calidad de hojas de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth y zona radicular (calidad y cantidad de raíces) al aplicar los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.
- Comparar el comportamiento de los tratamientos en incremento de la zona aérea (tallo y hojas) tomando en cuenta altura, diámetro y calidad de hojas de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth y zona radicular (calidad y cantidad de raíces) al aplicar los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.

2.3. Hipótesis

Ho= No existe diferencia significativa al 5% en el crecimiento de la zona aérea (tallo y hojas) y zona radicular (raíces) de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth con la aplicación de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.

H1= Si existe diferencia significativa al 5% en el incremento de la zona aérea (tallo y hojas) y zona radicular (raíces) de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth, con la aplicación de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.

2.4. Variables

2.4.1 Identificación de variables

2.4.1.1 *Variable independiente*

Aplicación de fertilizantes foliares, (ecológico y químico).

2.4.1.1.1. *Indicadores*

- Fertilizante foliar químico (nombre del producto): dosis de aplicación, componente o elemento, tiempo de aplicación.
- Fertilizante foliar orgánico (nombre del producto): dosis, componentes o elementos, tiempo de aplicación.

2.4.1.2 *Variable dependiente*

Crecimiento de la planta de aliso *Alnus jorullensis* Kunth.

2.4.1.2.1. *Indicadores*

- Zona aérea
 - Tallo: *diámetro y altura (cm)*
 - Hoja: *cantidad, tamaño y color.*
- Zona radicular
 - Raíz: *calidad (tamaño y cantidad)*

2.4.2 Definición de las variables

2.4.2.1 *Variable independiente*

Aplicación de fertilizantes foliares, (ecológico y químico)

Es la característica que el investigador observa o manipula deliberadamente para conocer su relación con la variable dependiente, para Ary y otros (1987) las variables independientes, según sean manipulables o no, se clasifican en activas y asignadas o atributivas.

2.4.2.1.1. Indicadores

- Fertilizante foliar químico (Bayfolan S)

Son nutrientes elaborados por el hombre que, generalmente, son de origen mineral, animal, vegetal o sintético. Dentro de los fertilizantes químicos están los elaborados con los “nutrientes principales” para la tierra, que son nitrógeno, fósforo y potasio.

Dosis: aplicará 100 ml de fertilizante foliar (Bayfolan)

Tiempo de aplicación: según recomendaciones de (Bayfolan), se puede aplicar a cada 8-15 días, se analizó la recomendación y se estará aplicando cada 15 días para no saturar a la planta. (AG Bayer CropScience, 2022)

- Fertilizante foliar Ecológico (Supermagro)

Los fertilizantes foliares sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo, fortalecer la fertilidad de las plantas y la salud de los animales, al mismo tiempo que sirven para estimular la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades. Por otro lado, sirven para sustituir los fertilizantes químicos altamente solubles de la industria, los cuales son muy caros.

Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Los biofertilizantes o fertilizantes foliares enriquecidos con cenizas o sales minerales, o con harina de rocas molidas, después de su periodo de fermentación (30 a 90 días), estarán listos y equilibrados en una solución tampón y coloidal, donde sus efectos pueden ser superiores de 10 a 100.000 veces las cantidades de los micronutrientes técnicamente recomendados por la agroindustria para ser aplicados foliarmente al suelo y a los cultivos. (Rivera, 2007)

Dosis: se aplicó 100 ml de Supermagro.

Tiempo de aplicación: según (Rivera, 2007), se recomienda aplicar el fertilizante cada 15 días, para obtener los resultados esperados.

2.4.2.2 Variable dependiente

Crecimiento de la planta de aliso *Alnus jorullensis* Kunth.

El crecimiento de las plantas va en función de las condiciones a las que se le someta, dentro de las cuales se menciona que el riego, la temperatura, el sustrato y la fertilización son factores que contribuyen para que las plantas crezcan libres de plagas y enfermedades. (Queya, 2,015, Pág. 55.)

2.4.2.2.1. Indicadores

- **Tallo: diámetro y altura (cm)**
 - Crecimiento en diámetro de la planta

El diámetro del tallo se obtiene de las mediciones obtenidas a cada 15 días, después de la aplicación de los fertilizantes foliares, tomando como base 0.5 mm del cuello del tallo, utilizando como instrumento principal un vernier, dicho instrumento fue diseñada para medir con precisión, cabe mencionar que normalmente se utiliza para medir piezas pequeñas, en este caso los diámetros de árboles pequeños, de la misma manera será necesario una regla graduada en cm. (Mecafenix, 2020)

Las plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por fauna nociva, mientras que plantas con diámetros más pequeños no son capaces de sostener tallos elongados, haciéndolos más vulnerables a sufrir daño (Prieto, 2003).

- Crecimiento en altura de la planta

El crecimiento en altura por sí sola carece de valor, pero al relacionarse con el diámetro del tallo adquiere mayor importancia. Es un indicador de la superficie fotosintética y del área de transpiración. (Prieto, 1999).

Esta variable se medirá, desde el cuello de la raíz, hasta la yema apical de la planta, utilizando una regla graduada de 30 cm, de la misma manera que la edición de diámetros se llevará a cabo a cada 15 días, después de la aplicación de los fertilizantes foliares, con el propósito de medir el incremento de las plantas.

- **Raíz:** calidad (tamaño y cantidad)

El sistema radical es el conjunto de raíces de cualquier planta, pues las raíces radicales son las que están en constante crecimiento y desarrollo, de ellos depende el crecimiento de las plantas. Las raíces son la vía por donde las plantas toman todos los nutrientes minerales que necesitan para su crecimiento y desarrollo. Una planta de calidad debe poseer un sistema de raíces que dispongan de una raíz principal bien formada, recta y sin enroscamiento. Con alto porcentaje de fibrosidad y abundantes puntos de crecimiento. (Sigala, 2009).

- **Hoja:** cantidad, tamaño y color.

El área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas para interceptar la luz, realizar fotosíntesis. En general, una alta productividad requiere una interpretación adecuada que aproveche al máximo la radiación solar incidente. (Hernández, 2013)

Para la lectura de los datos del área foliar, se realizaron mediciones del ancho y largo de las hojas, cantidad de hojas por planta y se verificó en la guía de especies forestales la calidad de la hoja.

2.4.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de las variables.

<i>Variable</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Sub indicadores</i>		<i>Dimensión</i>	<i>Parámetro de medición</i>	<i>Herramientas de campo</i>	<i>Herramientas metodológicas</i>
Independiente Dosis de los fertilizantes	Uso de fertilizantes foliares	Ecológico Supermagro	Dosis	Cuantitativo	MI	Medidores	Boleta de campo
			Componentes	Cualitativo			
			Tiempo de aplicación	Cuantitativo	Días		
		Químico Bayfolan	Dosis	Cualitativo	MI	Medidores	Boleta de campo
			Componentes	Cualitativo			
			Tiempo de aplicación	Cuantitativo	Días		
Dependiente Crecimiento de la especie de aliso <i>Alnus jorullensis</i> Kunth	Zona aérea	Tallos	Diámetro	Cuantitativo	Mm	Vernier	Boleta de campo
			y altura	Cuantitativo	Cm	Regla	
		Hojas o brotes	Cantidad	Cuantitativo	No. De hojas		
			Calidad	Cualitativo	Escala de Color, guía de plantas.		
	Zona Radicular		Tamaño	Cuantitativo	Cm	Regla	
		Raíz	Forma	Cualitativo			
			Crecimiento	Cuantitativo	Cm	Regla	

Fuente: Marta Yax, 20 de enero de 2022.

2.5. Metodología

2.5.1. Enfoque de la investigación

Con el fin de contribuir y aportar información a la población sobre el uso eficiente de fertilizantes, en este caso, ecológico y químico que responde a las interrogantes de la investigación, se trabajó con enfoque mixto, el cual está fundamentado en los procesos de estudio cualitativo (tipo de raíz y calidad de hoja), que hace referencia a los aspectos, categorías, conceptos o variables, y cuantitativo (diámetros, alturas, número de hojas y crecimiento de raíces) a los aspectos que se miden y analizan, el método mixto permitirá al investigador obtener datos confiables, que pueden ser analizados e interpretados basándose en las preguntas realizadas al iniciar la investigación. Estos datos (crecimiento de diámetros y alturas, número de hojas y crecimiento de raíces) permitieron conocer la eficiencia con la que cuentan los fertilizantes que se pueden utilizar en los viveros para la producción de árboles de aliso *Alnus jorullensis* Kunth.

2.5.2 Tipo de investigación

Según la definición del autor Fidias G. Arias (2012): La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente). En cuanto al nivel, la investigación experimental es netamente explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Es decir, se pretende establecer con precisión una relación causa-efecto.

Las características de la investigación experimental se mencionan a continuación:

- Se modifica de manera directa la variable independiente
- Manipulación directa de variable dependiente
- Se puede medir cada variable dependiente
- Se aplica estadística inferencial

- Se aplica un diseño que permita el control de las variables extrañas
- Los resultados están orientados hacia el futuro
- Comparación de dos grupos para el estudio. (Investigación científica.org 2023)

En la investigación de tipo experimental, el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales.

Tomando en cuenta la información indagada, se llega a la conclusión, que la investigación realizada cumple con todos los lineamientos de tipo experimental para determinar así, la eficiencia del uso de fertilizantes, de procedencia ecológica y química, en la producción de aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth en el vivero forestal de APS, Asociación de Productores Solidarios de Totonicapán, evaluando variables dependientes e independientes que aportó información de vital importancia para los viveristas comunitarios.

2.5.3 Método

Para la obtención de información y comprobación de datos en la investigación experimental se implementó el siguiente método:

2.5.3.1 Método mixto

La investigación con métodos mixtos es aquella en la que el investigador reúne datos cuantitativos y cualitativos, los integra y luego realiza interpretaciones basadas en combinar las fortalezas de ambos. Su premisa central es que el uso de abordajes cuantitativos y cualitativos de estudio, en combinación, brinda una mejor comprensión de los problemas de investigación (Las principales características del método mixto serían las siguientes:

- Recoge y analiza persuasiva y rigurosamente tanto datos cualitativos como cuantitativos (basados en preguntas de investigación);
- Mezcla (o integra o vincula) los dos tipos de datos concurrentemente a través de su combinación (o fusión), secuencialmente al construir uno sobre otro, o por incrustamiento (embedding) de uno en el otro;
- Otorga prioridad a una o ambos tipos de datos (según qué enfatiza cada investigación);
- Utiliza estos procedimientos en un solo estudio o en múltiples fases de un programa de estudio;
- Enmarca estos procedimientos dentro de visiones filosóficas del mundo y lentes teóricas; y
- Combina los procedimientos en diseños de investigación específicos que dirigen el plan para la conducción del estudio (Cresswell y Plano Clark, 2011, pág. 5).

Debido a los parámetros que indica el método mixto en la presente investigación, se tomaron en cuenta datos cuantitativos (Crecimiento de altura, diámetro, raíz y conteo de hojas) y cualitativos (Calidad de hojas y forma de raíz) en todo el proceso de recolección, análisis e interpretación, que permitieron obtener resultados de una investigación mixta, al aplicar fertilizantes foliares, ecológico y químico en plantas de aliso.

2.5.4 Técnicas de investigación e instrumentos

Se obtuvo y se registró la información de campo durante la investigación, en la que se utilizaron técnicas e instrumentos que se describen a continuación:

Técnicas

2.5.4.1 Consulta bibliográfica

La consulta bibliográfica durante el proceso de investigación fue de vital importancia, por utilizar documentos elaborados, que permitieron realizar los pasos adecuados durante el

proceso inicial de las plantas de aliso, hasta llegar a la fase final, después de los 3 meses de mediciones, es por ello que se hizo uso de libros, revistas, tesis realizadas por otros investigadores, páginas web, con la finalidad de obtener información verídica.

2.5.4.2 *Análisis de contenido*

Se ejecutó esta técnica con la finalidad de analizar los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos durante la fase de experimentación, obteniendo así la información de la eficiencia de uso de fertilizantes en la producción de plantas.

2.5.4.3 *Observación*

Se utilizó este método, que es el de mayor importancia dentro de la fase de investigación para verificar los efectos, en el crecimiento de alturas, diámetros, número y calidad de hojas e incremento de raíz, al ser aplicados los fertilizantes foliares, químico (Bayfolan) y ecológico (Supermagro), en la producción de plantas de aliso.

2.5.4.4. *Boletas de campo*

El instrumento de evaluación y recolección de datos fue por medio de las boletas, se realizó con el fin de poder obtener la información, de datos cualitativos (calidad de hojas y tipo de raíz) y cuantitativos (crecimiento de diámetros, alturas, número de hojas y crecimiento de la raíz), esto para ser sistematizado y observar cuales fueron los efectos durante los 3 meses de aplicación. Cabe mencionar que las boletas fueron diseñadas de acuerdo con los datos a recolectar en la investigación.

2.5.5. *Muestreo*

Se seleccionó “n” número de individuos dentro del grupo donde se aplicó los fertilizantes y para ello se utilizó el método de muestreo probabilístico, basado en el fundamento de equiprobabilidad, en donde todos los sujetos de la investigación deben tener la misma probabilidad de ser seleccionados para representar y formar parte de la muestra, generalmente son los más utilizados porque buscan mayor representatividad.

2.5.5.1. Tipo de muestreo

2.5.5.1.1. Muestreo aleatorio simple

Para aplicar esta técnica se deben conocer todos los elementos que conforman la población; a cada uno de los sujetos se le asigna un número correlativo y luego a través del método del azar, se seleccionó cada individuo hasta completar la muestra requerida. Para la selección de datos se tomó en cuenta la tabla de aleatorización utilizando la hoja de cálculo de Excel, que permitió obtener números al azar los cuales fueron utilizados para la toma de datos. “Este método se caracteriza por su simpleza, tiene poca utilidad práctica cuando la población es muy grande”. (Ávila, 2019). Es por ello que se adecuó de manera práctica a la investigación, brindando así, un número aleatorio a los árboles de aliso, lo que permitió la simpleza en la toma de datos cuantitativos (alturas, diámetros, número de hojas) de manera quincenal, esto para los dos fertilizantes, químico (Bayfolan) y Ecológico (Supermagro).

2.5.5.1.2. Muestreo intencional o de conveniencia

Este método se caracteriza por buscar con mucha dedicación el conseguir muestras representativas cualitativamente, mediante la inclusión de grupos aparentemente típicos. Es decir, cumplen con características de interés del investigador, además de seleccionar intencionalmente a los individuos de la población a los que generalmente se tiene fácil acceso o a través de convocatorias abiertas, en el que las personas acuden voluntariamente para participar en el estudio, hasta alcanzar el número necesario para la muestra. (Ávila, 2019). En la investigación se tomaron datos cuantitativos y cualitativos, lo que permitió una toma de datos mixtos, cabe resaltar que, para los datos cualitativos, (forma de hoja y raíz), se seleccionaron detenidamente a los individuos a muestrear, porque se debía de cumplir con los requisitos que el investigador necesitaba.

2.5.5.2. Criterios de aplicación

La investigación se realizó de la siguiente manera:

- Dentro de la investigación, como primer paso y con 3 meses de anterioridad, se realizó la siembra de semilla de aliso en una en caja germinadora de 30 cm largo * 30 cm de ancho, lo que permitió tener plantas de 4 cm a 5 cm de altura.
- Se llenaron las bolsas biodegradables con sustrato de broza, tierra negra, arena y peat moss. Proporción 2 carretas de tierra negra, 2 carretas de broza, 1 carreta de arena y 1 saco de peat moss.
- Se realizó el trasplante a las bolsas biodegradables y con la ayuda de una regla se midieron plantas de aliso de 4cm a 5 cm de altura, esto para poder obtener datos iniciales homogéneos.
- El riego se llevó a cabo con manguera y un aspersor, tomando en cuenta que las bolsas biodegradables y los árboles fueron establecidos en cajas especiales para el soporte de las bolsas. Cabe mencionar que la aplicación de agua se realizaba todos los días por un periodo de 10 minutos, ya que se contaba con un viverista encargado de la producción.
- Aplicación de los fertilizantes foliares, químico (Bayfonal) y ecológico (Eclógico) en las plantas de aliso, se llevó a cabo en periodos de 15 días por tres meses.
- Basados en el diseño experimental, se realizaron 7 repeticiones de 29 plántulas cada una, haciendo un total de 203 individuos por tratamiento, utilizando 406 plantas de aliso en total para el experimento.

Esquema de la distribución de tratamientos.

**Distribución de los
tratamientos (fertilizantes)**

F1	F2
F1	F2
F1	F2
F1	F1
F1	F2
F2	F1
F2	F2

Aplicación fertilizante Supermagro

Aplicación fertilizante Bayfolan

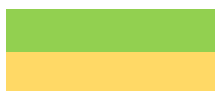


Figura 1. Esquema de la distribución de los tratamientos.

Esquema de la aplicación de los fertilizantes por aleatorización.

Fuente: Marta Yax (junio del año 2,022).

- La cantidad de fertilizante foliar preparado por cada uno de los tratamientos fue de 100 ml para una bomba de 8 litros que serán aplicados en los primeros días del trasplante, tomando en cuenta que la dosis aumentó 10 ml de manera quincenal hasta llegar a una dosis de 160 ml.
- En el monitoreo para la evaluación de datos se realizó la selección por una muestra aleatoria simple, eligiendo plantas al azar.

2.5.5.3. *Diseño experimental*

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, para la evaluación de los efectos de los dos fertilizantes foliares al ser aplicados en plantas de Aliso. (González, 2016). El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = U + \alpha_i + \xi_{ij} \text{ Donde:}$$

Y_{ij} = Variable respuesta de la séptima unidad.

U = Efecto de la media general

α_i = Efecto de los tratamientos (fertilizantes)

ξ_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

$i = 1, 2, 3, 4$, tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4, 5$, repeticiones

Los datos obtenidos serán procesados por Microsoft Excel y por el programa INFOSTAT.

Regla de decisión:

Rechazar H_0 . Si Valor de $F \geq F$ crítico (gl trat; gl error; α)

Se acepta H_0 . Si Valor de $F < F$ crítico (gl trat; gl error; α)

Fuente: López Ezequiel, 2016, pág. 12).

2.6. Recursos

2.6.1. Talento humano

Durante la ejecución de las actividades en la investigación, el estudiante tesista fue la encargada de velar por la recolección de datos en campo, de la misma manera el asesor de tesis, quien revisó y asesoró el proceso del plan de investigación para poder llegar a ejecutar, contando también con el Coordinador de APS, quien también forma parte de esta investigación por medio de su conocimiento, al igual que el viverista, quien se encargó de realizar el trabajo del riego y limpieza de las bolsas biodegradables.

2.6.2. Físico

De manera directa el vivero como parte de la estructura física, fundamental en la etapa de ejecución de actividades, de la misma forma el recurso de bolsas, sustratos, fertilizantes, vernier, regla y en fase de gabinete la computadora para el proceso de sistematización de información recabada en campo.

2.6.3. Financiero

Dentro de los gastos realizados durante la investigación se presenta el siguiente cuadro que permitirá observar la cantidad en efectivo utilizado en el proceso de ejecución.

Tabla 2: Gastos realizados en el proceso de investigación.

Presupuesto					
Rubros	Materiales y herramientas	Cantidad	Costo unitario Q.	Días	Total Q.
Talento humano	Tesista	1	150.00	60	9,000.00
	Viverista	1	100.00	90	9,000.00
	Actores que intervienen	1	200.00	4	800.00
Físicos	Computadoras	1	5,000.00		5,000.00
	Paquete de office (Word, 2013)	1	150.00		150.00
	Impresora	1	1,500.00		1,500.00
	Tinta de impresión	4	90.00		360.00
	Resma de papel Bond	3	35.00		105.00
	Lápices. Lapiceros y Tablero	3	10.00		30.00
	Vernier	1	300.00		300.00
	Regla para medir	1	5.00		5.00

Rubros	Materiales y herramientas	Cantidad	Costo unitario Q.	Días	Total Q.
Materiales	Bolsas biodegradables	1	1,500.00		1,500.00
	Litro de Supermagro	1	80.00		80.00
	Litro de Bayfolan	1	175.00		175.00
	Bomba de agua Matabi	1	475.00		475.00
	Semilla de Aliso	1	125.00		125.00
	Pruebas de laboratorio	1	2,500.00		2,500.00
Total Q.					31,105.00

Cuadro de gastos realizados en el proceso de investigación.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 05/08/2022.

Capítulo III

3.1. Interpretación de resultados

Dentro de los datos obtenidos durante la investigación se presentaron mediciones que influyeron positivamente en el proceso productivo de las plantas de aliso en el vivero forestal de la Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán –APS-, en la aplicación de fertilizantes y de cómo puede ser una alternativa para el manejo de la producción en los viveros.

En la evaluación, al aplicar los fertilizantes foliares, Químico (Bayfolan) y Ecológico (Supermagro), en plantas de aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth, los resultados obtenidos son los siguientes; características físicas, crecimiento e incremento de las plantas y comparación de fertilizantes, en zona aérea y radicular.

3.1.1. Crecimiento de la especie de aliso *Alnus jorullensis* Kunth.

3.1.1.1. Zona aérea

3.1.1.1.1. Tallo

- Diámetro

La medición de los diámetros se llevó cabo con el apoyo de un vernier automático, debido al tamaño de las plantas, fue necesario el uso de un instrumento que permitió obtener datos exactos.

Tabla 3: Promedio de crecimiento de diámetros de las plantas de aliso.

Promedio de crecimiento de diámetros de las plantas de aliso															
Aumento de dosis ml	Mediciones	Diámetro mm													
		Bayfolan	Supergro	Bayfolan	Supergro	Bayfolan	Supergro	Bayfolan	Supergro	Bayfolan	Supergro	Bayfolan	Supergro	Bayfolan	Supergro
100	1era.	0.31	0.22	0.31	0.30	0.29	0.12	0.36	0.26	0.23	0.25	0.39	0.37	0.32	0.35
110	2da.	0.50	0.72	0.50	0.50	0.56	0.40	0.68	0.45	0.51	0.35	0.69	0.39	0.71	0.48
120	3era.	0.99	0.75	0.99	0.90	0.89	0.87	1.02	0.98	1.25	0.86	1.12	1.00	1.25	1.10
130	4ta.	1.50	1.89	1.50	1.64	1.85	1.57	1.67	1.80	1.90	1.46	1.80	1.50	1.59	1.42
140	5ta.	1.90	1.99	1.90	2.00	2.14	1.98	2.30	1.82	2.60	1.99	2.50	2.00	2.70	1.98
150	6ta.	2.80	2.89	2.80	2.98	2.90	2.38	2.99	2.25	3.80	2.43	3.40	2.60	3.20	2.51
160	7ma.	3.80	3.50	3.80	3.68	4.56	3.99	5.50	3.10	4.80	3.20	5.22	3.99	3.56	3.50
Total, de medias		1.69	1.71	1.69	1.71	1.88	1.62	2.07	1.52	2.16	1.51	2.16	1.69	1.90	1.62

Descripción del crecimiento de diámetros de los árboles de aliso.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/2023.

Dentro de la tabla 3 se presenta los resultados obtenidos durante la medición realizada en los 3 meses de investigación, para los cuales se menciona que, los diámetros de las plantas con aplicación de fertilizante foliar Bayfolan son de un rango de 0.25 mm a 0.35 mm, finalizando las mediciones con 3.56 mm a 5.50 mm. De la misma forma, las mediciones para los alisos con aplicación de fertilizante ecológico Supermagro con medidas iniciales de 0.12 mm a 0.37 mm, finalizando en un rango de 3.10 mm a 3.99 mm, a lo que se evidencia que las plantas con fertilizante químico Bayfolan tuvieron un crecimiento mayor.

Barnett y Brissette, (1986) citados por Prieto, 2004, mencionan que:

Retardar la fertilización en la etapa inicial dentro del vivero, afecta al crecimiento en diámetro de las plantas, provocando una deficiencia en el mismo”, por lo que dentro de su investigación se comprueba que no existe diferencia significativa en el incremento de los diámetros para las plantas de guarumo. Tomando en cuenta que no se contaba con las condiciones adecuadas del clima y una escasa precipitación. (pág. 47).

Mientras que Hernández 2004 menciona

En cuanto a las variables diámetro e incremento de diámetro en ***Pinus greggii***, sobresalieron los tratamientos Agroleaf y Peter, comparado con el testigo; mientras que en ***Pinus pinceana*** sobresale el testigo tanto en diámetro con en el incremento del diámetro; en ***Pinus cembroides*** no se detecta ninguna diferencia significativa en ninguno de los tratamientos para dichas variables al final del experimento, sin embargo, en la primera etapa sobresalió el testigo. (pág. 161).

Los datos obtenidos en las mediciones de los diámetros de los árboles de aliso, con aplicación de fertilizantes foliar químico, son de un rango de 3.31 mm a 5.15 mm al finalizar los 90 días, al igual que los resultados finales de las plantas con fertilizante ecológico, con incrementos de 2.98 mm a 3.26 mm, permitiendo así la comprobación que la fertilización en la etapa inicial de las plantas en vivero tiene un crecimiento significativo

a favor de la aplicación del fertilizante Bayfolan, que permitió medir diámetros mayores a 5 mm.

- Altura

Tabla 4: Promedio de crecimiento de altura de las plantas de Aliso

Promedio del crecimiento de las alturas															
Aumento de dosis ml	Mediciones	Altura cm													
		Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro
100	1era.	5.0	4.0	5.0	5.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.0	5.0	5.0
110	2da.	5.5	4.5	5.5	5.5	4.5	4.5	5.5	5.5	5.5	5.0	5.0	4.5	5.3	5.3
120	3era.	6.0	5.5	6.3	6.3	5.5	5.5	6.2	6.2	6.5	5.6	6.0	5.6	6.4	6.2
130	4ta.	7.2	6.5	7.5	7.5	6.0	6.5	7.0	7.0	7.8	6.6	7.2	6.8	7.2	7.1
140	5ta.	9.0	7.5	8.7	8.6	8.0	7.6	8.0	8.0	8.8	7.5	8.9	7.5	7.9	8.5
150	6ta.	10.9	8.8	10.0	9.5	9.9	8.7	9.8	9.2	10.5	8.4	10.0	8.8	10.0	9.1
160	7ma.	12.5	9.7	11.5	10.4	12.0	9.4	11.5	10.1	12.0	9.6	12.0	9.5	11.9	9.9
Total, de medias		8.0	6.6	7.8	7.5	7.1	6.6	7.6	7.3	8.0	6.7	7.7	6.7	7.7	7.3

Descripción del crecimiento de las alturas de los árboles de aliso.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/20

Los resultados presentados en la tabla 4 dan a conocer sobre el incremento que se obtuvo en la aplicación de los dos fertilizantes foliares, lo que permitió observar que el fertilizante químico Bayfolan tuviera alturas en un rango de 11.5 cm a 12.5 cm, teniendo un incremento de 7.5 cm de altura. De la misma forma, las plantas con fertilizante ecológico Supermagro con alturas de 9.4 cm a 10.4 cm, las que tuvieron crecimiento de 5.4 cm al finalizar los 90 días.cm.

Caniz (2014), menciona que “las plantas con manejo dentro del vivero tienen diferencias en su desarrollo, ya que dentro de las alturas obtenidas en el manejo químico se observa que el incremento es mayor”, teniendo medidas de 20 cm para los *Alnus Sp*, no homogéneas, mientras que para el manejo orgánico que tuvo alturas homogéneas las medidas fueron de 17 cm. (pág. 100).

De la misma manera, Hernández (2004) menciona que “al ser aplicados los fertilizantes foliares Agroleaf (31-11-11) y Peter (20-20-20), causaron un mayor efecto en las variables de altura e incremento de altura, respecto a aquellas plantas que no recibieron estas aplicaciones”. (pág. 160).

En los resultados de alturas obtenidas para el fertilizante foliar químico en las plantas de aliso se observa que se tiene un incremento final de 7.5 cm en los 90 días de investigación y para los árboles con Supermagro de 5.4 cm, lo que nos indica que las plantas con fertilizante Bayfolan tuvieron un crecimiento mayor, Caniz en su investigación en el año 2014 en el que documenta que los fertilizantes orgánicos tuvieron menor incremento en las plantas al finalizar sus mediciones, sin embargo, fueron homogéneas, a diferencia de las otras con manejo químico en las que se tienen incrementos, pero no crecieron de manera uniforme.

3.1.1.1.2. Hojas o brotes

- Cantidad

Tabla 5: Promedio de la cantidad de hojas o brotes en las plantas de aliso.

Tabla de cantidad de hojas o brotes															
Aumento de dosis ml	Mediciones	No. Hojas													
		Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro
100	1era.	6	7	9	8	5	5	10	9	8	6	7	7	7	9
110	2da.	12	10	11	12	9	9	11	10	10	12	12	11	12	10
120	3era.	13	13	15	15	12	16	13	14	15	12	17	15	17	14
130	4ta.	19	17	20	18	18	19	18	18	17	15	18	17	18	18
140	5ta.	24	20	25	21	19	22	22	21	21	25	25	23	25	24
150	6ta.	28	27	27	27	28	26	26	25	24	29	25	28	25	27
160	7ma.	28	30	28	30	30	29	28	30	25	29	29	31	29	31
Total, de medias		19	18	19	19	17	18	18	18	17	18	19	19	19	19

Descripción del incremento de las hojas o brotes que las plantas de aliso obtuvieron en el periodo de 3 meses.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/2023

Los resultados de la tabla 5 con mediciones de la cantidad de hojas o brotes obtenidos durante las 7 mediciones, dan a conocer que, para cada 15 días, hubo un incremento de las plantas con ambos fertilizantes, evidenciando que dentro del conteo de las hojas o brotes inicial para el fertilizante químico Bayfolan son del rango de 5 a 10 hojas, llegando a tener promedios en un rango de 25 a 31 hojas por cada una de las plantas. De la misma forma se lleva a cabo el conteo para los árboles de aliso con fertilizante ecológico Supermagro, con promedios de 5 a 9 hojas, finalizando la medición con 29 a 31 hojas o brotes, tomando en cuenta los resultados obtenidos existe crecimiento para ambos fertilizantes.

Según Tisdale et al (1985), menciona que “la hoja es el órgano más importante para el aprovechamiento de nutrimentos aplicados por aspersion, lo que permitió que las hojas estén en un estado fitosanitario, resistente a plagas y enfermedades”, ya que desde el año 1,877 se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas (Franke, 1986). Johnson (1916), por tal razón las hojas que disponen las plantas con fertilizantes foliares son de mejor calidad y llegan a formar brotes sanos libres de plagas y enfermedades. (pág. 248).

Molina & Meléndez, (2002), mencionan que: “se ha demostrado el excelente resultado que se logra cuando se aplican nutrimentos vía foliar en la época y cantidad adecuada”. (pág. 241).

Para la aplicación de fertilizantes foliares, el medio de transporte para que los nutrientes lleguen a toda la planta, es la hoja, misma en donde se lleva a cabo el proceso de fotosíntesis, lo que permite que las sustancias cumplan con la función que le corresponde en el crecimiento, Molina & Meléndez mencionaron, que al ser aplicados la fertilización de forma correcta y en el tiempo adecuado, los árboles pueden llegar a obtener las condiciones que se necesitan para su crecimiento óptimo (5 a 9 hojas), por lo que dentro de la investigación en las plantas con fertilizantes foliares químico Bayfolan y ecológico Supermagro, el incremento de las hojas o brotes fue de manera homogénea lo que se observó que la aplicación de fertilización en plantas a temprana edad, permite absorber los nutrientes necesarios para poder crecer.

- Calidad de hojas o brotes

Tabla 6: Calidad de hojas o brotes de las plantas de aliso

Calidad de hojas o brotes															
Aument o de dosis ml	Medici ones	Fertilizantes													
		Bayfo lan	Super magro	Bayfo lan	Super magro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro
100	1era.	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs
110	2da.	DP	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs
120	3era.	Hbs	Hbs	DK	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs
130	4ta.	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs
140	5ta.	Hbs	DP	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	DK	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs
150	6ta.	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs
160	7ma.	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs	Hbs

Descripción de la calidad de hojas observadas durante el proceso de mediciones. Hbs= Hojas y brotes sanos; DP= Deficiencia de fósforo; DK= Deficiencia de potasio.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/2023.

Los resultados presentados en la tabla 6, se llevaron a cabo por medio de la tabla de colores y de los parámetros de nutrientes que las plantas necesitan para poder crecer, por lo cual se verificó la calidad de las hojas cada 15 días.

Teniendo como resultado los parámetros de la calidad de hojas o brotes para las plantas de aliso en la aplicación de los fertilizantes foliares; primero, fertilizante Químico (Bayfolan), donde se identifica en la primera medición (100 ml) y segunda medición (110 ml), existen hojas con deficiencia de fósforo y potasio, esto debido a factores tales como, riego inadecuado, las plantas no son alcanzadas por el agua de manera homogénea, mala aplicación de la fertilización, y en último caso la planta no tuvo la capacidad de absorber los nutrientes de manera adecuada, lo que se resalta dentro de la toma de datos, es que, las plantas lograron recuperar los nutrientes y para el resto de las mediciones se observan hojas sanas y con el color verde intenso que se muestra en la carta de colores de las hojas, cabe resaltar que se observaron manchas de color marrón y gracias al uso de la carta de colores se identifica que se debe a la falta de nutrientes, esto pudo haberse dado a que no se realizó el riego de manera correcta o que la planta no logró absorber los nutrientes de manera correcta. De la misma manera, en las plantas con aplicación de fertilizante ecológico (Supermagro), en la primera (110 ml) cuarta (130 ml), se identificaron plantas con deficiencia de nutrientes, fósforo y potasio, esto indicando que las plantas necesitaban el aumento de la dosis.

La carencia de elementos nutricionales origina alteraciones o dificultades de crecimiento, la sintomatología de las diferentes deficiencias nutricionales de las plántulas en vivero es algo complejo, poco estudiado y varía de acuerdo con la especie, se pueden destacar a nivel general las siguientes:

- Deficiencia de nitrógeno: Hojas pequeñas, claras, amarillentas, con las nervaduras decoloradas. Su exceso produce un menor desarrollo de los tejidos, predisponiendo a las plántulas a los ataques parasitarios.
- Deficiencia de fósforo: “Se observan en las hojas manchas azules y grises, amarillento, sectorizado y necrosis; además, de una reducción en el

desarrollo radicular y enanismo. Su exceso produce carencias nutritivas de hierro y zinc”.

- Deficiencia de calcio: Amarillamiento a partir de los bordes.
 - Deficiencia de potasio: necrosis en los bordes de las hojas.
 - Deficiencia de magnesio: Nervaduras verdes, pero con manchas amarillas.
 - Deficiencia de hierro: Amarillamiento de toda la hoja sin incluir nervaduras y bordes.
 - Deficiencia de manganeso: Amarillamiento de hojas terminales y rebrotes.
- (Trujillo, 2002).

Las plantas son seres vivos que necesitan de nutrientes específicos que permiten su crecimiento, dentro de los cuales se mencionan algunos; fósforo, nitrógeno, magnesio, calcio, hierro, potasio y azufre, cada uno de ellos cumplen una función de vital importancia para el óptimo crecimiento de las plantas, que permite que las hojas o brotes puedan crecer sanas y libres de enfermedades, por lo tanto, las hojas son el órgano que se encarga de realizar el transporte de nutrientes hasta la raíz, ya que absorbe de manera rápida y eficiente.

Tomando en cuenta lo anterior expuesto, se documenta que las plantas con fertilizante foliar químico se observó que en la primera aplicación con dosis de 100 ml de y segunda con dosis de 110 ml, hubo deficiencia de fósforo y potasio, de la misma forma que las plantas con fertilizante ecológico Supermagro que en la que la primera con dosis de 100 ml y cuarta con 130 ml se controla que se tuvo deficiencia de fósforo y potasio, lo que permitió, mejorar el riego y verificar que llegue de manera homogénea a las plantas, aplicación de las dosis adecuadas de fertilización, tal y como se indica de manera gradual, primera aplicación 100 ml, segunda 110 ml, tercera 120 ml, cuarta 130, quinta 140, séptima 150 ml y séptima 160 ml, esta metodología de aplicación permitió que las plantas pudieran absorber los nutrientes necesarios y recuperar su calidad.

Paleta de colores.



Figura 2. Paleta de colores

La paleta de colores es una herramienta utilizada para la evaluación y verificación de la calidad de las hojas de las plantas.

Fuente: obtenido en página, <https://www.fao.org/3/Y2778S/y2778s05.htm>.

Herramienta para la descripción de nutrientes que las plantas necesitan.



Figura 3. Descripción de nutrientes de las plantas

La descripción de los nutrientes para las plantas se muestra por medio de la figura que permite verificar que le sucede a la planta al faltarle algún nutriente.

Fuente: obtenido en página: <https://www.latiendadelagricultor.com/blog/como-saber-la-carencia-de-nutrientes-de-nuestras-plantas-b92.html>

3.1.1.2. Zona radicular

3.1.1.2.1. Raíz

- Tamaño

Tabla 7: Promedio del tamaño de la raíz de las plantas de aliso

Promedio del tamaño de la Raíz															
Aument o de dosis ml	Mediciones	Tamaño cm													
		Bayf olan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro	Bayfo lan	Superm agro
100	1era.	5.0	4.0	4.0	6.0	6.0	5.0	3.0	5.0	4.0	6.0	5.0	5.0	6.0	4.0
110	2da.	6.5	6.0	5.8	8.0	6.8	7.0	4.0	6.0	5.2	7.0	5.5	7.0	6.0	5.0
120	3era.	9.0	9.0	8.0	11.0	9.0	10.0	7.0	11.0	8.0	10.0	7.8	8.0	7.9	11.0
130	4ta.	13.0	15.0	12.0	15.0	16.0	13.0	14.0	13.0	12.0	11.0	15.0	12.0	12.0	15.0
140	5ta.	15.0	16.0	16.0	16.0	15.0	17.0	14.0	16.0	17.0	14.0	13.0	15.0	18.0	18.0
150	6ta.	21.0	20.0	22.0	20.0	25.0	19.0	20.0	18.0	22.0	17.0	23.0	18.0	24.0	21.0
160	7ma.	24.0	23.0	29.0	24.0	27.0	22.0	29.0	23.0	28.0	21.0	29.0	24.0	27.0	25.0
Total, de medias		13.4	13.3	13.8	14.3	15.0	13.3	13.0	13.1	13.7	12.3	14.0	12.7	14.4	14.1

Tamaño de la raíz para la aplicación de los fertilizantes.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/2023.

Para los resultados obtenidos en la tabla 7 para la aplicación de fertilizante foliar, químico Bayfolan se logra observar mediciones de las raíces con promedios iniciales de 3 cm a 6 cm llegando a medir al finalizar los 3 meses 24 cm a 29 cm, evidenciando que si existió incremento, de la misma forma las raíces con aplicación de fertilizante foliar ecológico Supermagro, con promedios iniciales de 4 cm a 6 cm hasta llegar a una medida final de 23 cm a 25 cm lo que permite ver que las raíces con fertilizante Bayfolan tuvieron un incremento mayor al del fertilizante ecológico.

Alpi y Tognoni, (1999) mencionan que “la fertilidad con nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes de la raíz de la planta y, por consiguiente, hace que sean más eficientes para la absorción de otros iones nutrientes”. Dentro del sistema radicular de la planta, los pelos radicales son el órgano con mayor importancia, pues son ellos los encargados mayormente de la absorción del agua y nutrientes que requiere la planta. (pág. 13).

El incremento obtenido en las raíces al finalizar la aplicación de los fertilizantes químico Bayfolan y ecológico Supermagro, permite observar que cada uno de ellos cumplió con las funciones correspondientes en el intercambio de nutrientes en la raíz de las plantas, tomando en cuenta que para la presente investigación el fertilizante Bayfolan el crecimiento fue mayor porque los promedios obtenidos de 24 cm a 29 cm, superando las raíces del fertilizante Supermagro.

- Forma

Tabla 8: Forma de la raíz de las plantas de aliso

Forma de la raíz de las plantas de aliso.															
Aumento de dosis ml	Mediciones	Fertilizantes													
		Bayfol an	Super magro	Bayfol an	Super magro	Bayfol an	Super magro	Bayfol an	Super magro	Bayfol an	Super magro	Bayfol an	Super magro	Bayfol an	Super magro
100	1era.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras
110	2da.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras
120	3era.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras
130	4ta.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras
140	5ta.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras
150	6ta.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras
160	7ma.	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras	Ras

Descripción del tipo y calidad de raíz observados durante el proceso de mediciones. **Ras= Raíz axonomorfa sana.**

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/2023.

En la tabla 8 se describe que la forma de la raíz es axonomorfa y condiciones fitosanitarias de la misma, en el cual se refleja que, al ser aplicados los fertilizantes, químico Bayfolan y ecológico Supermagro, la calidad para ambos fertilizantes, es sana y libre de enfermedades, cabe resaltar que para la observación de la raíz se facilitó el proceso gracias a las bolsas biodegradables, que permitieron observar y manipularla fácilmente.

Soriano (2017) menciona que “la raíz típica, pivotante o axonomorfa, se diferencia por tener un eje principal, mayor longitud y grosor”, además ramificaciones secundarias de menor grosor. En las Dicotiledóneas el sistema radical es alorrizo, la radícula del embrión se transforma en la raíz principal, axonomorfa, con crecimiento geotrópicamente positivo penetrando profundamente en el suelo, del periciclo de la raíz principal, nacen raíces secundarias. La raíz axonomorfa cumple una función de vital importancia, la cual permite que la planta pueda tolerar altas o bajas temperaturas, compactación del suelo, patógenos, baja fertilidad, toxicidad por elementos como el aluminio (Al) o la salinidad. (pág. 32).

Como bien se sabe, la raíz es uno de los órganos con mayor importancia dentro de las plantas, porque de ella depende la absorción y distribución de los nutrientes al tallo, ramas y hojas, tomando en cuenta que, para la información obtenida, las raíces son axonomorfas, las que cuentan con una principal, que se caracteriza por brindarle soporte a la planta y otras secundarias que permiten la absorción de nutrientes, que puedan estar sanas y libres de plagas y enfermedades, además contribuyen a la resistencia de las inclemencias del tiempo y las condiciones del área, en este caso la estructura adecuado del vivero, las bolsas biodegradables y las bandejas.

- Crecimiento de la raíz

Tabla 9: Promedio del crecimiento de la raíz de las plantas de aliso.

Promedio del crecimiento de la raíz de las plantas de aliso															
Aumento de dosis ml	Mediciones	Crecimiento cm													
		Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro	Bayfolan	Supermagro
100	1era.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
110	2da.	1.5	2.0	1.8	2.0	0.8	2.0	1.0	1.0	1.2	1.0	0.5	2.0	2.0	1.5
120	3era.	3.0	3.0	2.2	3.0	2.2	3.0	3.0	5.0	2.8	3.0	2.3	1.0	1.9	6.0
130	4ta.	4.0	6.0	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	2.0	4.0	1.0	7.2	4.0	4.1	4.0
140	5ta.	4.0	1.0	4.0	1.0	3.0	4.0	5.0	3.0	5.0	3.0	5.0	3.0	6.0	3.0
150	6ta.	6.0	4.0	6.0	4.0	5.0	2.0	6.0	2.0	5.0	3.0	5.0	3.0	6.0	3.0
160	7ma.	7.0	3.0	7.0	4.0	5.0	3.0	8.0	5.0	6.0	4.0	6.0	6.0	5.0	4.0
Total, de medias		2.7	3.6	2.7	3.6	2.6	2.9	2.4	4.0	2.6	3.4	2.1	3.7	2.7	3.6

Descripción del promedio del incremento de la raíz en la aplicación de los fertilizantes.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo de Excel, 10/01/2023.

Para los resultados obtenidos en la tabla 9 del crecimiento de las raíces, se observa que al aplicar los fertilizantes foliares, ecológico Supermagro y Químico Bayfolan, existe una diferencia en el incremento para ambos, ya que las raíces de plantas con aplicación fertilizante químico obtuvieron promedios en las mediciones desde 2.1cm a 2.7 cm, mientras, para las plantas con fertilizante Ecológico Supermagro las medidas fueron 2.9 cm a 4 cm, lo indica que las plantas con fertilizante Bayfolan tuvieron un incremento mayor al fertilizante ecológico.

Castellano (2000) menciona que:

La fertilización con fósforo favorece el crecimiento de las raíces laterales. Se ha reportado que niveles levemente bajos de fósforo (P) y nitrógeno (N) en etapas tempranas en el desarrollo de las plantas ayuda a promover el crecimiento de las raíces, siempre y cuando los demás nutrientes estén en los niveles adecuados, sobre todo el potasio (K) y el magnesio (Mg). Tomando en cuenta que la raíz es el órgano de la planta que se encarga de absorber y transportar el agua y nutrientes que necesitan las plantas. Asimismo, el sistema de raíces de las plantas sirve de anclaje para evitar que caigan al suelo. (pág. 26).

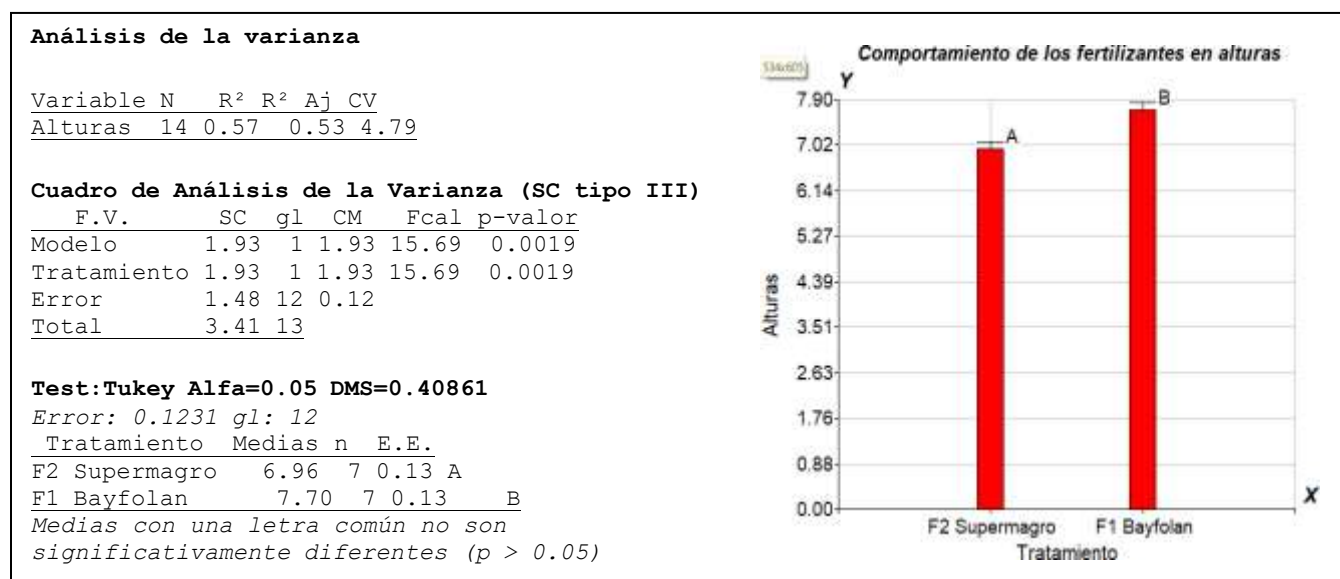
Para el incremento las raíces se tomaron en cuenta que la aplicación de los fertilizantes era de manera gradual, ya que las plantas pueden llegar a saturarse y estresarse al ser aplicada dosis altas de fertilizantes, esto según Castellano en su investigación del año 2000, por lo tanto, se debe de ser utilizado en niveles adecuados, permitiendo, que los árboles se desarrollen de la mejor manera, absorbiendo los nutrientes necesarios. Cabe mencionar que para la aplicación del Bayfolan las raíces tuvieron mayor facilidad en absorber los nutrientes, ya que las plantas los absorben con mayor facilidad por el tipo de componentes y su incremento fue mayor al de las raíces del fertilizante Supermagro.

3.1.2. Comportamiento de los fertilizantes en el crecimiento e incremento de las plantas de Aliso.

3.1.2.1. Zona aérea

3.1.2.1.1. Comportamiento de los fertilizantes en las alturas de los árboles de aliso.

Tabla 10: Análisis de varianza y Tukey para las alturas de las plantas de aliso.



Análisis de varianza y prueba de Tukey para el comportamiento de los fertilizantes en las alturas.

Fuente: Marta Yax, software Infostat, 06/02/2023

En la tabla 10 se presenta el análisis de varianza donde se evidencia que existe diferencia significativa entre los fertilizantes, ya que la diferencia mínima significativa establecida por medio de los resultados es 0.41 cm y la diferencia que existe entre ambos fertilizantes es de 0.74 cm con un error experimental al 0.05%, con un coeficiente de variación de 4.79%, lo que indica que se tiene datos dispersos entre sí, sobre el error experimental, tomando en cuenta que dentro de la regla de decisión se menciona que la hipótesis se acepta porque existe diferencia significativa entre el crecimiento de las alturas al aplicar los fertilizantes, tomando en cuenta que para la Fcal 15.69 Ftab=P-valor de 0.0019 superando en valor. De la misma manera se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey), para la determinación, cuál de los dos fertilizantes tuvo mayor efecto en el crecimiento de alturas de las plantas de aliso, teniendo un error al 0.1231%.

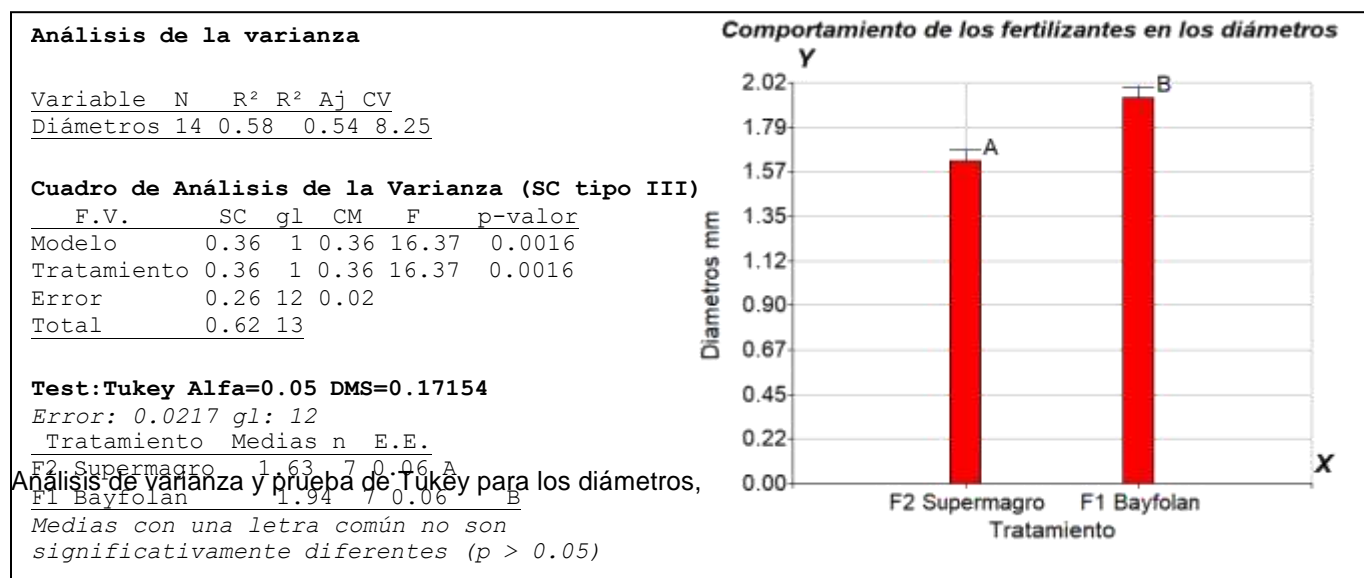
Aldana y Aguilera pág. 85 (2,002), señalan que aplicar fertilizantes con alto contenido en nitrógeno aporta en el crecimiento de las alturas de los árboles, al igual que Dumroese et al (1,998), confirma que el nitrógeno influye de manera positiva en el crecimiento de la altura, de la misma manera en la investigación realizada por Prieto (2,004), se menciona que existe diferencia significativa en la producción de fitomasa en la parte aérea (altura y diámetro) con respecto a las plantas fertilizadas con Multicote TM, a diferencia de las demás con otros fertilizantes.

En la aplicación de la prueba de Tukey se determinó que existen dos grupos A y B en la cual se demostró que el fertilizante Bayfolan tuvo una mayor efecto en el crecimiento de las plantas de aliso, obteniendo alturas promedio de 7.70 cm y para el fertilizante Ecológico Supermagro con 6.96 cm, tomando en cuenta que para la diferencia mínima significativa establecida en el resultado es de 0.40861 siendo superado por la diferencia que existe entre los dos resultados de 0.74 cm de altura, comprobando que el fertilizante Bayfolan tuvo mejor efectividad en la planta de aliso. La gráfica presenta el resultado de la comparación de las medias obtenidas, quedando así Bayfolan 7.70 cm y Supermagro 6.96cm.

Como resultado del crecimiento de las plantas de aliso, a los cuales se les aplicó fertilizantes, se define que el fertilizante foliar químico Bayfolan es efectivo para optimizar las alturas, superando al fertilizante ecológico Supermagro con .74 cm. Cabe mencionar que, para la aplicación de ambos, en la metodología se mencionó que se haría de manera gradual, incrementando 10 ml quincenales, iniciando con 100 ml hasta llegar a 160 ml, tomando como referencia el trabajo de otros autores como Aldana y Aguilera donde señalan que aplicar fertilizantes con alto contenido en nitrógeno aporta en el crecimiento de las alturas de los árboles al igual que Prieto en su investigación concluye que existe diferencia significativa en la producción de fitomasa en las alturas y diámetros con respecto a la aplicación de con Multicote TM.

3.1.2.1.2. Comportamiento de los fertilizantes en los diámetros.

Tabla 11: Análisis de varianza y prueba de Tukey para los diámetros de las plantas.



Fuente: Marta Yax, software Infostat, 06/02/2023

Para en análisis de varianza de los resultados de diámetros se demuestra que existe diferencia significativa en los fertilizantes, porque la efectividad en el desarrollo de las plantas de aliso con relación al fertilizante Bayfolan, es mayor a los diámetros, de las plantas con fertilizante Supermagro, siendo los datos finales, coeficiente de variación de 8.25% superando al error experimental, de la misma manera F_{cal} de 16.37 y F_{tab} =p-valor de .0016 en la que se supera los datos de p-valor, de la misma manera se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey), para la determinación, cuál de los dos fertilizantes tuvo mayor efecto en el crecimiento de los diámetros de las plantas de aliso, esto con un error al 0.0217%.

Prieto (2004) menciona que:

Se aprecia el crecimiento de los diámetros y la producción de fitomasa total y son consideradas variables trascendentales para definir la calidad de la planta, por lo que existió diferencia significativa en los fertilizantes (Multicote TM Peters Professional TM), así como el R^2 , lo que sobresalieron en todas las evaluaciones

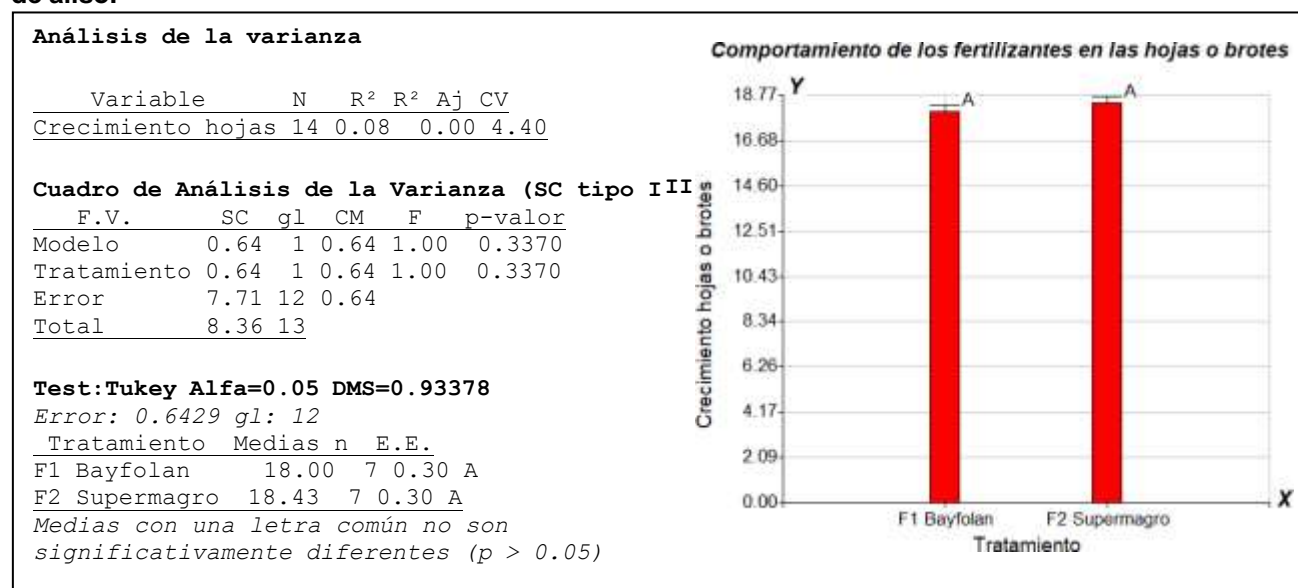
realizadas, estos datos obtenidos permiten apreciar la importancia que tiene el suministro de nutrimentos desde el inicio del crecimiento de la planta. (pág. 41)

En la aplicación de prueba de Tukey, se determinó conforme a los resultados de la tabla que el tratamiento A y B tienen diferencia significativa debido a que el parámetro de diferencia mínima que presenta la tabla es de 0.1715, superando así con 0.31 mm a favor del fertilizante Bayfolan, obteniendo una media de 1.94 mm y para el fertilizante Supermagro 1.63 mm superando así el dato analizado por el programa INFOSTAR con medida de 0.31 mm quincenales.

De la misma forma se presenta en el gráfico la comparación de las medias obtenidas para los diámetros en el periodo de duración de la investigación, quedando así Bayfolan 1.94 mm y Supermagro 1.63 mm, teniendo en cuenta que el fertilizante con mayor efecto en el crecimiento de las plantas es el fertilizante Bayfolan, tal es el caso de la investigación realizada por Prieto donde se evidencia que las plantas con la aplicación de Multicote TM Peters Professional TM tuvieron una diferencia significativa que permitió el crecimiento mayor en las plantas en las que aplico dichos fertilizantes.

3.1.2.1.3. Comportamiento de los fertilizantes en las hojas o brotes

Tabla 12: Análisis de varianza y prueba de Tukey para el conteo de hojas o brotes para las plantas de aliso.



Análisis de varianza y prueba de Tukey para el crecimiento de hojas o brotes.

Fuente: Marta Yax, software Infostat, 06/02/2023

Los resultados obtenidos en el cuadro de análisis de varianza para el conteo de hojas o brotes, demuestra que no existe diferencia significativa para ambos fertilizantes, ya que la efectividad del desarrollo del crecimiento es similar para ambos, siendo estos coeficientes de variación de 4.40% superando al error experimental, de la misma forma F_{cal} de 1 y F_{tab} =p-valor de 0.3370 en la que se supera los datos de p-valor, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey), para la determinación, cuál de los dos fertilizantes tuvo una mejor efecto en el crecimiento de hojas y brotes, tomando en cuenta que el error es al 0.6429%.

Landis et al. (1989) y Cefora (1994) mencionaron que:

La absorción de nutrientes en el follaje de las plantas, mostro diferencias significativas ($p < 0.05$) debido al efecto de los tratamientos. En el nitrógeno sobresalieron las rutinas de fertilización R4, R7, R6, R3 y R5 con valores de 2.6 a 2.8%. Diferentes a R1 y R2. En los tratamientos donde las plantas absorbieron mayor cantidad de nutrimentos el crecimiento de la planta en general fue favorable.

En la aplicación de prueba de Tukey, se determinó que, conforme a los resultados de la tabla, el tratamiento A y A cuentan con diferencia significativa entre sí; sin embargo, no cumple con el valor de diferencia mínima significativa al 0.93378. Por lo que no cuenta con diferencia significativa, quedando como resultado de medias 18 hojas o brotes para el fertilizante Bayfolan y 18.43 para el fertilizante Supermagro, no logrando superar el dato de la tabla con 0.43 a favor de las plantas con fertilización Supermagro.

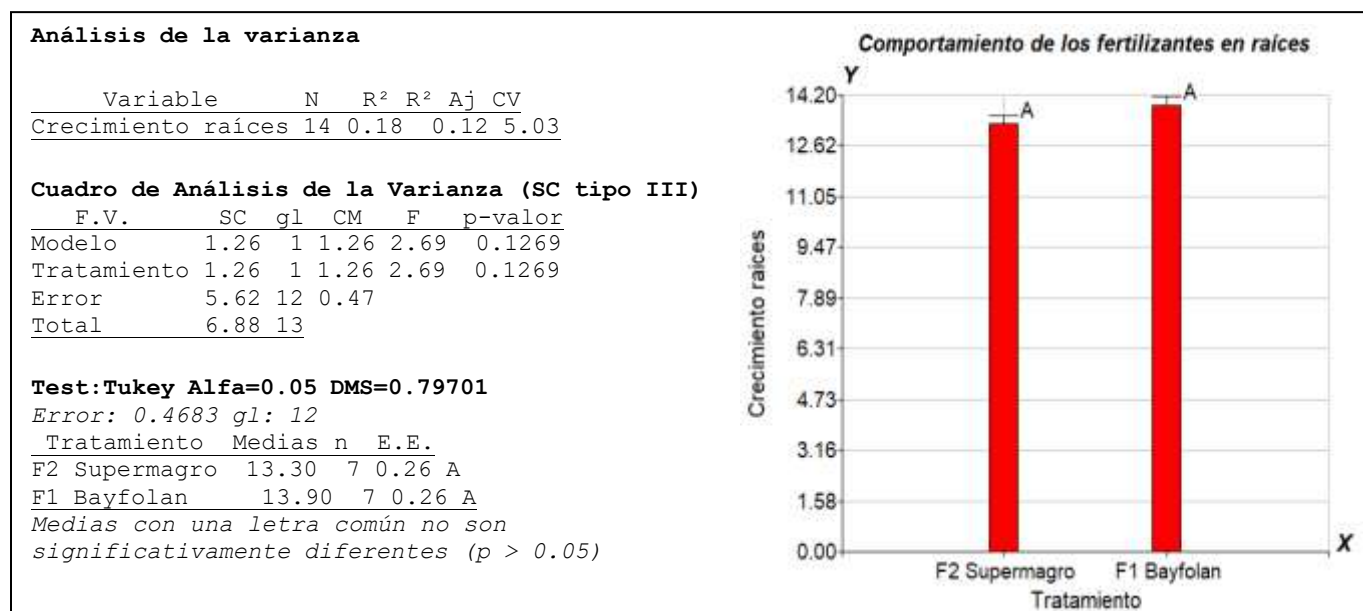
En el gráfico se presenta el resultado de la comparación de las medias obtenidas para el conteo de hojas o brotes en el periodo de duración de la investigación, quedando el fertilizante Bayfolan con 18 hojas o brotes y Supermagro con 18.43, tomando en cuenta que la diferencia entre ambos no es significativa, dentro de la investigación realizada por Landis et al y Cefora mencionan que la absorción de nutrientes en las hojas demostró que no hubo diferencia significativa entre los fertilizantes, ya que de manera general fue favorable para ambos.

3.1.2.2. Zona radicular

Para el análisis de varianza y prueba de Tukey se realiza las mediciones de las raíces, tomando en cuenta los parámetros que se describieron en la metodología.

3.1.2.2.1. Comportamiento de los fertilizantes en las raíces de las plantas de aliso

Tabla 13: Análisis de varianza y prueba de Tukey para el crecimiento de la raíz de las plantas de aliso.



Análisis de varianza y prueba de Tukey para el crecimiento de las raíces de las plantas de aliso.

Fuente: Marta Yax, software Infostat, 06/02/2023

Los resultados obtenidos en el cuadro de análisis de varianza para las medidas de la raíz, muestran que no existe diferencia significativa para ambos fertilizantes, debido a que la efectividad del desarrollo del crecimiento de raíces es similar para ambos fertilizantes, siendo estos coeficientes de variación de 5.03% superando al error experimental, de la misma manera F_{cal} de 2.69 y $F_{tab}=p$ -valor de 0.1269 en la que se supera los datos de p -valor, de la misma manera se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias (Tukey), para la determinación, cuál de los dos fertilizantes tuvo mayor efecto en el crecimiento de raíces de las plantas, esto con un error al 0.4683%.

En la aplicación de prueba de Tukey, se determinó conforme a los resultados de la tabla que el tratamiento A y A cuentan con diferencia entre fertilizantes, sin embargo, no cumple con el valor de diferencia mínima significativa al 0.7970 para los resultados establecidos en la tabla, por lo que no existe diferencia significativa para los fertilizantes, quedando los resultados de medias en 13.30 cm de crecimiento de raíz para fertilizante Supermagro y 13.90 cm para el fertilizante Bayfolan, no superando el dato de la tabla con 0.30 cm.

En el gráfico se presenta el resultado de la comparación de las medias obtenidas para el incremento de raíces para el periodo del experimento, quedando así Supermagro 13.30 cm y Bayfolan 13.90 cm, teniendo en cuenta que para el fertilizante Bayfolan se obtuvo una diferencia, sin embargo, no es significativa para los datos analizados, esto si tomamos en cuenta que los fertilizantes tienen una similitud en los nutrimentos y se aplicó la misma dosis en los mismos días.

3.2. Comprobación de hipótesis

3.2.1. Hipótesis

H₀= No existe diferencia significativa al 5% en el crecimiento de la zona aérea (tallo y hojas) y zona radicular (raíces) de las plantas de Aliso *Alnus jorullensis* Kunth con la aplicación de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.

H₁= Si existe diferencia significativa al 5% en el incremento de la zona aérea (tallo y hojas) y zona radicular (raíces) de las plantas de Aliso *Alnus jorullensis* Kunth con la aplicación de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), con una dosis inicial de 100 ml hasta llegar a 160 ml gradualmente (aumentando de 10 en 10 ml) en bomba de agua de 8 litros quincenalmente.

En la tabla 10,11, 12 y 13 se presentan el análisis de varianza y prueba de Tukey para la comprobación de hipótesis en alturas, diámetros, hojas o brotes y crecimiento de raíces de las plantas de aliso en la aplicación de fertilizantes foliares, químico Bayfolan

y Ecológico Supermagro en un periodo de 90 días, lo que permitió obtener datos que serán útiles para la regla de decisión, para el rechazo o aceptación de la hipótesis.

Tabla 14: Comprobación de hipótesis.

Comprobación de hipótesis.						
Medición	Sumatoria de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F tabulada	p-valor	Diferencia significativa
Altura	3.41	12	0.12	15.69	0.0019	Si
Diámetro	0.62	12	0.02	16.37	0.0016	Si
Hojas o brotes	8.36	12	0.64	1	0.337	No
Raíces	6.88	12	0.47	2.69	0.1269	No

Fuente: Marta Yax, hoja de Excel 20/08/2023

3.2.1.1. Regla de decisión

Rechazar H_0 . Si Valor de $F \geq F$ crítico (gl trat; gl error; α)

Se acepta H_0 . Si Valor de $F < F$ crítico (gl trat; gl error; α)

Fuente: López Ezequiel, 2016, pág. 12)

Crítica = Valor crítico de F encontrado en la tabla F de Fisher & Sendecho, considerando los grados de libertad de tratamientos (v_1), los grados de libertad del error (v_2) y un determinado nivel de significancia(α)

La regla de decisión permitirá determinar si existe diferencia significativa al 5% en el incremento de la zona aérea y radicular de las plantas de aliso, tomando en cuenta los resultados obtenidos del ANDEVA

3.2.2. Interpretación de resultados para la validación de o rechazo de hipótesis.

Para la tabla 9 se utilizaron medias de las alturas obtenidas en el periodo de 90 días para la aplicación de los fertilizantes químico Bayfolan y Ecológico Supermagro en las que se realizaron 7 repeticiones para cada uno de los sustratos, lo que permitió contar con 203 plantas de aliso para cada uno de los fertilizantes, dichos datos se obtuvieron por medio del software Infostat, teniendo como resultado el análisis de varianza con un coeficiente

de variación de 4.079%. Con un error de precisión de 0.005 de confiabilidad, donde f calculada es mayor que f tabulada a un nivel de significancia de 0.05% error

Para la aplicación de prueba de comparación múltiple de medias (Tukey), ver tabla 10,11, 12 y 13. Se obtuvo resultados con diferencia significativa, por tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, tomando en cuenta que si existe diferencia significativa en alturas y diámetros, para hojas y raíces existe diferencias sin embargo, no es significativa de acuerdo al resultado reflejado en el análisis estadístico, según los niveles de confianza al 95% y el error del 5% con las variables evaluadas, debido a la similitud de nutrientes entre ambos fertilizantes existe la probabilidad que sea ese factor, el que influyo de manera positiva o negativa, ya que los fertilizantes químicos tienden a actuar más rápido en las plantas, a diferencia del fertilizante ecológico que se toma su tiempo en poder actuar sobre la planta.

3.3. Hallazgos de la investigación

3.3.1. Adaptabilidad de las plantas en bolsas biodegradables

Dentro del proceso de investigación se llevó a cabo el trasplante de 203 árboles de aliso con alturas de 4 cm a 5 cm, tomando en cuenta que se quería un crecimiento homogéneo para todas, este cambio en la segunda medición, el cual empezó a variar las alturas, diámetros, crecimiento de hojas o brotes y crecimiento de la raíz, tomando en cuenta que para la primera semana las plantas no crecieron de manera significativa, porque fue el tiempo que se llevó para que se adaptaran a las bolsas biodegradables.

3.3.2. Deficiencia de nutrientes en hojas o brotes

Para la primera y segunda medición de las plantas con la aplicación de fertilizante foliar Bayfolan las hojas verdes tomaron unas manchas de color marrón, que evidenciaron la falta de nutrientes en su crecimiento, de la misma forma la deficiencia de nutrientes en las hojas con la aplicación de fertilizante foliar ecológico Supermagro, en la que se presentó en la primera y cuarta semana manchas de color marrón en las hojas, y con la ayuda de la tabla de nutrientes de las plantas se logró identificar que había deficiencia de potasio y fósforo en las plantas, esto permitió darle solución, porque no se sabía si el

riego es el factor que afecto o pudo haber sido algún otro que no se sabe, por lo que se siguió con el parámetro establecido del aumento de dosis 10 ml cada medición.

3.3.3. Cómo utilizar la Carta de Colores de las Hojas

Para la identificación de la calidad de hojas se utilizó la paleta de colores de hojas, de la misma forma los parámetros de los nutrientes de las plantas para su crecimiento óptimo, es por ello que a continuación se describen los pasos a seguir para el uso de la paleta.

- a) **Seleccionar la hoja más joven, completamente abierta y sana** de una planta para comparar su color. El color de esta hoja está estrechamente relacionado con el contenido de nutrientes para la planta.
- b) **Medir el color de cada hoja seleccionada** sosteniendo la Carta con la mano y poniendo la parte media de la hoja sobre el color para compararla.
- c) **Durante la medición, reparar del sol** con la sombra del cuerpo del analista la hoja que se está midiendo, porque la lectura del color de la hoja es afectada por el ángulo de incidencia del sol y la intensidad de la luz solar. Si fuera posible, siempre la misma persona debería tomar las medidas del color y a la misma hora del día.
- d) **Si el color de la hoja está entre dos tonalidades**, tomar el promedio de las lecturas como valor de la lectura, y con el apoyo de los parámetros de los nutrientes se identificará en caso de que algunas de las hojas estén con alguna deficiencia de nutrientes.
- e) **El color de las hojas depende de los nutrientes**, la cantidad de fertilizantes aplicados en diferentes etapas de crecimiento de las plantas de aliso, fueron fundamentales para la observación de la calidad de hoja o brote, porque la planta para poder tener el color del verde intenso, tiene que ser provisto de nutrientes esenciales.

Conclusiones

- Se evaluó los efectos de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), en la calidad de las plantas, teniendo los resultados, crecimiento en las alturas, diámetros, raíces y en hojas o brotes, tomando en cuenta que para cada fertilizante los datos variaron, conforme a los nutrientes de cada uno.
- Dentro de la aplicación de fertilizantes foliares para las características físicas se menciona que las plantas aliso, por medio de sus estomas permiten la interacción de nutrientes hasta llegar a la raíz, lo que permite que las plantas puedan ser resistentes a plagas y enfermedades, dentro de los resultados se observó que las raíces son axonomorfas y sanas al igual que las hojas o brotes libres de enfermedades y cumpliendo con las características adecuadas mediante la tabla de colores, estas condiciones permite ser llevadas a campo y resistir las condiciones del clima.
- Para las alturas obtenidas se evidencia que las plantas en su medición final llegaron a 12.5 cm para el fertilizante químico Bayfolan y para el fertilizante ecológico Supermagro alturas de 10.4 cm, por lo tanto, el fertilizante efectivo en el comportamiento de las alturas de los árboles es el Bayfolan, lo que permitió un mayor desarrollo en la planta al dotarlo de nutrimentos esenciales para su crecimiento.
- Para los diámetros existe diferencia significativa en el incremento de las plantas, en consecuencia, se obtuvieron medidas finales de 5.50 mm para el fertilizante químico Bayfolan y para el fertilizante ecológico Supermagro 3.99 mm, teniendo como resultado un incremento mayor en las plantas con aplicación de fertilizante Bayfolan.
- Para el conteo de hojas y brotes, en los resultados de análisis de varianza y prueba de Tukey se evidencia que las hojas de las plantas a las que se aplican fertilizante Supermagro mantuvieron una distribución homogénea logrando estar en el rango de 29 a 31 hojas o brotes por planta, de la misma manera en las hojas de las plantas

con aplicación del fertilizante Bayfolan logrando estar en un rango de 27 a 30 hojas o brotes, lo que indica en la prueba de medias que existe diferencia entre fertilizantes, sin embargo, no es una diferencia mínima significativa, por lo que se descarta.

- Para el incremento de las raíces en el análisis de varianza y prueba de Tukey existe diferencia entre los fertilizantes, sin embargo, no es una diferencia mínima significativa, por lo que dentro del rango establecido por los resultados no es válido la diferencia, teniendo medias finales de 13.30 cm para el fertilizante ecológico Supermagro y 13.90 cm para el fertilizante químico Bayfolan.

Recomendaciones

- Se recomienda a los viveristas de la Asociación de Productores Solidarios tome en cuenta la evaluación de los efectos de los fertilizantes foliares para brindar plantas de aliso de buena calidad para las comunidades.
- A productores viveristas interesados en los resultados obtenidos en la aplicación de los fertilizantes foliares, ecológico Supermagro y químico Bayfolan en plantas de aliso, para que puedan replicar los procedimientos establecidos y poder aumentar el tiempo de dos meses más, con la finalidad de tener datos con mayor certeza y veracidad.
- A los productores forestales dosificar los fertilizantes foliares, ecológico Supermagro y químico Bayfolan, para que se tenga como base dentro de la producción y así potencializar la producción ya que es una especie que cuenta con virtudes que contribuyen a la recarga hídrica y mantener, conservar y potencializar los fuentes de agua, de la misma manera tenerlo como antecedente y documentarlo, ya que la información del manejo de fertilizantes foliares en los procesos productivos, son escasas, se resalta que los productores locales conocen del tema de manera personal, sin embargo no existen documentos que soporten el trabajo que realizan.
- A futuros tesisistas, para la continuidad del proceso de evaluación de fertilizantes foliares en procesos productivos dentro de los viveros, considerando la importancia ecológica y económica de la información, y sobre todo el valor que tienen las especies forestales nativas del departamento de Totonicapán para la conservación y protección de las zonas potenciales de carga y descarga hídrica, tomando como referencia la escasa documentación para dicho tema.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en los tres meses, se recomienda a los productores forestales, la aplicación de los fertilizantes foliares, ecológico y químico para poder potencializar la producción y brindar árboles de calidad a la población.

- Considerando la heterogeneidad de las plantas con aplicación de fertilizante químico Bayfolan, se recomienda a viveristas la clasificación de los árboles de acuerdo a su calidad y tamaño, para continuar con la fertilización durante el proceso de producción, aplicando el riego de manera homogénea, para que el fertilizante llegue de manera uniforme.

Referencias

- AG, B. (2,022). *Bayfolan S*. Obtenido de Bayfolan S:
<https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Diversos/Bayfolan-S>
- Ávila, H. (2,019). Introducción a los tipos de muestreo. *Revista ALERTA*, 75-79.
- Box, G., J.S., Hunter, W. (2,008). *Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento*. Barcelona: Reverte.
- Criollo y; Usama, M. 2001. Producción de biomasa con relación a tres distancias siembra botón de oro ***Tithonia diversifolia***, en monocultivo y asociado con aliso ***Alnus rullensis*** Kunth, en la granja experimental de botana, Municipio de Pasto, departamento de Nariño. Tesis de grado. Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia. Pág. 156.
- Godínez, M. S., Pablo, H. M., & Vásquez, M. A. (2,018). *Conservación y restauración de la biodiversidad y conectividad del bosque nuboso de la Sierra María Tecún para la*. Totonicapán: CARE.
- Gonzales, E. L. (2016). *Diseño y análisis de experimentos. Fundamentos y aplicación en la Agronomía*. Guatemala.
- Meca fénix, I. (08 de abril de 2,020). *¿Qué es un vernier y para qué sirve?* (I. Meca fénix, Editor) Obtenido de ¿Que es un vernier y para qué sirve?:
<https://www.ingmecafenix.com/medicion/vernier/>
- Rivera, J. R. (2,007). *Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas 1a ed*. Managua: SIMAS.

- Eduardo Ramón Requemes Alvarado, E. R. (2019). Evaluación de dos tipos de INTAGRI. (2017). ¿Sistema radical o sistema radicular?, *Sistema radical o sistema radicular*, 2.
- Ivan Quiroz Marchant, E. G.-p. (octubre). *Vivero Forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Concepción: Informe Sede Bio-Bio.
- M, C. Y. (2001). *Producción de biomasa con relación a tres distancias de siembra de botón de oro **Tithonia diversifolia**, en monocultivo y asociado con aliso **Alnus jorullensis** Kunth en la granja experimental de botana, Municipio Pasto, departamento de Nariño*. Colombia: Nariño.
- M, P. (2013). *Evaluación a la respuesta a fertilidad química y orgánica de la uvilla **Physalis peruviana** L.* Quito, Ecuador: Politécnica Nacional.
- Mora Lamillo, S. (2016). *Efecto de bicarbonato y fertilizantes orgánicos en el desarrollo de plantas de morera (*Morus sp*) en fase de vivero bajo condiciones de suelo ácido*. Bogotá Colombia: Bogotá D.C.
- P, F. Q. (2000). Diccionario de Botánica. En F. Q.P, *Diccionario de Botánica* (pág. 1244). México: Península.
- Santamarina, S. F. (abril 2001). La aplicación de las micorrizas. *Revista agrícola Vergel*, 198-201.
- Teobaldo M. M. (1972). *Algunas especies aptas para la reforestación en Colombia*. Colombia: A.B.C. Bogotá.
- V, A. (2013). *Efectos de niveles de composta y hongos micorrizas arbuscular en el desarrollo y crecimiento de frijol **Phaseolus vulgaris** L.* Colima, México: Colima.

Apéndice

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería forestal



Objetivo: Evaluar efectos de los fertilizantes foliares, ecológico (Supermagro) y químico (Bayfolan), en la calidad de desarrollo de las plantas de Aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth en el vivero de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-

Boleta de campo

Variable dependiente/independiente

Datos de crecimiento de planta de aliso ***Alnus jorullensis*** Kunth / Dosis de fertilizante foliar (ecológico)

Tabla 15: Boleta de campo para recolección de datos Fertilizante Ecológico.

No.	Zona radicular			Zona aérea				Ecológico foliar Supermagro		
	Raíz			Tallo		Hojas o brotes				
	Tamaño (cm)	Forma	Crecimiento (cm)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Cantidad	Calidad (tabla de colores)	Dosis (ml/l)	Componentes	Tiempo de aplicación cada 15 días (fecha)
1										
2										
3										
6										
n...										

Observaciones: _____

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario de Totonicapán
 Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
 Ingeniería forestal



Objetivo: Evaluar efectos de los fertilizantes foliares ecológicos (Supermagro) y químico (Bayfolan), en la calidad de desarrollo de las plantas de Aliso *Alnus jorullensis* Kunth en el vivero de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-

Boleta de campo

Variable dependiente/independiente

Datos de crecimiento de la planta de aliso / Dosis de fertilizante (químico)

Tabla 16: Boleta de campo para recolección de datos fertilizante químico.

No.	Zona radicular			Zona aérea				Químico Bayfolan		
	Raíz			Tallo		Hojas o brotes				
	Tamaño (cm)	Forma	Crecimiento (cm)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Cantidad	Calidad	Dosis (ml/l)	Componentes	Tiempo de aplicación cada 15 días (fechas)
1										
2										
3										
4										
n...										

Observaciones. _____

Tabla 16: información utilizada para el análisis del programa Infostat

Datos utilizados en programa Infostat				
Tratamiento	Alturas	Diámetros	Hojas o brotes	Raíces
F1 Bayfolan	8	1.69	19	4.7
F1 Bayfolan	7.8	1.75	19	5.7
F1 Bayfolan	7.1	1.88	17	8.1
F1 Bayfolan	7.6	2.07	18	13.4
F1 Bayfolan	8	2.16	17	15.4
F1 Bayfolan	7.7	2.16	19	22.4
F1 Bayfolan	7.7	1.9	17	27.6
F2 Supermagro	6.6	1.71	18	5
F2 Supermagro	7.5	1.71	19	6.6
F2 Supermagro	6.6	1.62	18	10
F2 Supermagro	7.3	1.52	18	13.4
F2 Supermagro	6.7	1.51	18	16
F2 Supermagro	6.7	1.69	19	19
F2 Supermagro	7.3	1.62	19	23.1

En el cuadro se presentan los datos utilizados en el programa Infostat, permitiendo así obtener los datos en el análisis de varianza y prueba de medias.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo Excel, noviembre de 2,023.

Tabla 17: Datos recolectados en campo para el fertilizante ecológico químico Bayfolan

Datos obtenidos en campo.										
No.	Zona radicular			Zona aérea				Fertilizante Químico (Bayfolan)		
	Raíz			Tallo		Hojas o brotes				
	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
1	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.31	4.5	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
2	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.11	5	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
3	3	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.20	5	5	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
4	2	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.11	5	5	Falta fosforo	100ml	Bayfolan	5/09/2022
5	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.29	5	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
6	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.36	4.5	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
7	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.72	4.8	6.5	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
8	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.23	4.9	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
9	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.37	4.5	9	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
10	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.30	5	10	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
11	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.26	5	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
12	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.39	4.5	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
13	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.30	4.8	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
14	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.26	4.6	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
15	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.25	4.7	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
16	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.29	4.5	6	Fata fosforo	100ml	Bayfolan	5/09/2022
17	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.29	5	10	Falta potasio	100ml	Bayfolan	5/09/2022
18	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.27	5	8	falta potasio	100ml	Bayfolan	5/09/2022
19	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.25	5	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
20	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.32	4.8	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Bayfolan	5/09/2022
21	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.49	5.7	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
22	6	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.5	5.8	15	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
23	5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.59	5.7	16	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
24	6	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.57	5.5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
25	6.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.62	5.5	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
26	5.3	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.67	5	9	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
27	6	Axonomorfa una principal y secundarias	4	0.5	5	11	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
28	6.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.56	4.8	9	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
29	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.57	5.5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
30	6	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.58	5	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
31	6	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.56	5.5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
32	6.5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.68	5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
33	5	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.51	5	9	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
34	6	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.46	5	7.7	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
35	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.86	5.5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
36	6	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.85	5.5	13.5	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
37	5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.69	5.3	11.2	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
38	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.55	5	15	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
39	4.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.72	5.2	11	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
40	6	Axonomorfa una principal y secundarias	4	0.71	5.5	9	Hojas y brotes sanos	110ml	Bayfolan	19/09/2022
41	8.5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.99	7	12	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
42	9	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.04	5.5	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
43	7.1	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.95	6	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
44	7.5	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.08	6	12	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
45	8	Axonomorfa una principal y secundarias	2	1.1	6	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
46	9.5	Axonomorfa una principal y secundarias	1	1.2	5.5	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
47	9	Axonomorfa una principal y secundarias	2	1	6	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
48	8	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1	6	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
49	9.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.2	6.1	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
50	8	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.1	6.2	11	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
51	7.2	Axonomorfa una principal y secundarias	2	1.12	6	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
52	8	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.2	5.5	17	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
53	6.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.13	5.6	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
54	9	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.2	6.5	16	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
55	8.5	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.03	6.5	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
56	8.6	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.05	6.2	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
57	7.2	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.99	6	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
58	7.8	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.08	6.8	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
59	7.8	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.12	6.3	12	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
60	9	Axonomorfa una principal y secundarias	2	1	7.5	18	Hojas y brotes sanos	120ml	Bayfolan	3/10/2022
61	12	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.5	7	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
62	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.8	7	19	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
63	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.7	7.5	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
64	14	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.5	5.9	20	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
65	12	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.45	7.5	19	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
66	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.56	7.8	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
67	12	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.9	6.5	20	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
68	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.5	7	20	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
69	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.8	7.5	21	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
70	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.90	7.2	19	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
71	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2	6.8	13	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
72	12	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.8	7	15	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
73	13	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.5	7	20	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
74	12	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.9	7.5	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
75	12.5	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.9	7	21	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
76	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.45	7	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
77	14	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.5	7	16	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
78	12	Axonomorfa una principal y secundarias	6	1.55	7.5	19	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
79	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.67	7.3	19	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
80	12	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.56	7	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Bayfolan	17/10/2022
81	14.6	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.98	8.3	18	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
82	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2	8.5	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
83	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.5	8.5	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
84	14	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.7	8.9	24	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
85	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.9	8.5	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
86	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.19	8	24	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
87	16.5	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.2	8.5	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
88	14	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.75	8.5	24	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
89	14.5	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.85	8	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
90	17	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.85	8.5	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
91	15.5	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.9	8.5	21	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
92	16	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.5	8.5	18	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
93	15.5	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.89	8.9	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
94	16.7	Axonomorfa una principal y secundarias	6	1.89	8.5	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
95	15	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.6	8.9	16	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
96	15.5	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.8	8.2	19	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
97	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.8	8.9	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
98	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2	8	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
99	16.2	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2	8.6	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
100	17	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2	9	24	Hojas y brotes sanos	140ml	Bayfolan	1/11/2022
101	20	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3	9.9	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
102	23	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3.2	10	26	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
103	25	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3.5	10.5	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
104	22	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.9	10	24	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
105	25	Axonomorfa una principal y secundarias	5	3	10	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
106	23	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.5	9.5	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
107	21	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3	9.2	26	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
108	19.6	Axonomorfa una principal y secundarias	5	3	9.5	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
109	22.4	Axonomorfa una principal y secundarias	2	3.5	10	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
110	25	Axonomorfa una principal y secundarias	2	3	10	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
111	22.3	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3.5	10.5	26	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
112	25.4	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3	10	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
113	23.6	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3	9.2	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
114	21	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.8	9.2	23	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
115	23	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.8	10	21	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
116	24.2	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.9	9.8	26	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
117	20	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.9	9.5	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
118	23.5	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.5	9.2	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
119	22	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.3	9.5	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
120	20	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3.1	9.5	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Bayfolan	15/11/2022
121	27	Axonomorfa una principal y secundarias	3	4.5	12.5	29	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
122	28	Axonomorfa una principal y secundarias	3	4.98	11.5	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
123	30	Axonomorfa una principal y secundarias	3	4.56	12	27	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
124	30	Axonomorfa una principal y secundarias	5	5.5	11.9	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
125	30	Axonomorfa una principal y secundarias	5	4.98	12	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
126	27	Axonomorfa una principal y secundarias	4	5.5	11.9	29	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
127	28	Axonomorfa una principal y secundarias	5	4.3	11.5	26	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
128	29	Axonomorfa una principal y secundarias	3	5.9	11.9	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
129	30	Axonomorfa una principal y secundarias	4	5.2	12	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
130	27	Axonomorfa una principal y secundarias	4	4	11.6	26	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
131	27	Axonomorfa una principal y secundarias	5	3.8	11.9	29	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
132	30	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.5	11.5	29	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
133	29	Axonomorfa una principal y secundarias	3	3.5	12	25	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
134	25	Axonomorfa una principal y secundarias	5	4.5	12	27	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
135	29	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.98	11.8	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
136	27.1	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.8	11.7	27	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
137	28	Axonomorfa una principal y secundarias	3	4.5	11	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
138	25	Axonomorfa una principal y secundarias	3	5.2	12.5	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
139	24	Axonomorfa una principal y secundarias	4	4.5	12.9	26	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022
140	23	Axonomorfa una principal y secundarias	4	4.5	12	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Bayfolan	30/11/2022

En el cuadro se presentan los datos utilizados para los promedios de las mediciones.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo Excel, noviembre de 2,023.

Tabla 18: Datos recolectados en campo para el fertilizante foliar ecológico Supermagro.

Datos obtenidos en campo.										
No.	Zona radicular			Zona aérea				Fertilizante ecológico (Supermagro)		
	Raíz			Tallo		Hojas o brotes				
	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
1	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.32	4	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
2	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.10	5	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
3	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.20	4	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
4	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.11	5	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
5	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.29	5	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
6	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.36	5	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
7	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.72	4.5	7.5	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
8	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.23	4.2	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
9	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.37	5	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
10	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.30	4.8	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
11	4	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.26	4.5	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
12	4.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.39	4.5	8	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
13	4.2	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.30	4	7.5	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
14	6	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.26	4	7.2	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
15	5.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.25	4	7.5	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
16	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.32	5	7	Fata fosforo	100ml	Supermagro	5/09/2022
17	3.9	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.29	4.5	7	Falta potasio	100ml	Supermagro	5/09/2022
18	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.27	4.2	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
19	4.5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.29	4.3	6	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
20	5	Axonomorfa una principal y secundarias	0	0.25	4.5	7	Hojas y brotes sanos	100ml	Supermagro	5/09/2022
21	6	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.48	5.1	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
22	7	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.71	5	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
23	5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.61	5	15	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
24	7	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.57	5.5	15	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
25	7	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.34	4.5	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
26	6	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.39	5	8	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
27	8	Axonomorfa una principal y secundarias	4	0.39	5	11	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
28	7	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.36	5	9	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
29	7	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.72	4.8	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
30	6	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.41	4.9	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
31	6	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.49	4.5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
32	7	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.68	5.5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
33	5	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.51	5	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
34	7	Axonomorfa una principal y secundarias	1	0.46	5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
35	6	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.68	4.5	11	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
36	5	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.58	5.5	6	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
37	7	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.69	4.5	12	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
38	7	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.55	5.3	15	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
39	8	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.72	5.5	11	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
40	8	Axonomorfa una principal y secundarias	4	0.71	5	10	Hojas y brotes sanos	110ml	Supermagro	19/09/2022
41	9	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.64	5.5	12	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
42	8	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.04	5.8	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
43	9	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.95	5.2	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
44	11	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.08	5.5	12	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
45	9	Axonomorfa una principal y secundarias	2	1.1	5.8	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
46	8	Axonomorfa una principal y secundarias	1	1.2	5.9	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
47	10	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.93	6	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
48	11	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.25	6	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
49	9	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.73	5.5	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
50	8	Axonomorfa una principal y secundarias	4	0.98	5.8	11	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
51	10	Axonomorfa una principal y secundarias	2	0.97	6.3	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
52	12	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.05	6.2	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
53	11	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.03	5.3	13	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
54	12	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.01	5.5	16	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
55	11	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.03	5.6	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
56	11	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.05	6.5	15	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
57	9	Axonomorfa una principal y secundarias	3	0.98	6	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
58	10	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.08	6.5	14	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
59	10	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.12	6.5	16	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
60	12	Axonomorfa una principal y secundarias	2	1.1	5.8	18	Hojas y brotes sanos	120ml	Supermagro	3/10/2022
61	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.25	6.9	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
62	12	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.28	6	15	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
63	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.32	6.5	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
64	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.51	6.9	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
65	13	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.45	7	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
66	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.38	7.5	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
67	12	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.4	6.5	15	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
68	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.25	7.5	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
69	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.37	6.8	16	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
70	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.40	7.2	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
71	12	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.35	7.5	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
72	13.4	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.45	7.01	15	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
73	14	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.42	6.5	20	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
74	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.45	7.2	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
75	12	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.41	7.5	15	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
76	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.37	7	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
77	11	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.39	6.5	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
78	13	Axonomorfa una principal y secundarias	6	1.48	6.5	16	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
79	14	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.23	7.01	18	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
80	13	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.64	6.9	17	Hojas y brotes sanos	130ml	Supermagro	17/10/2022
	19	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.68	7.5	18	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
81	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.7	7	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
82	16	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.75	7.9	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
83	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.78	7.8	24	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
84	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.81	7.5	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
85	17	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.8	7.5	24	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
86	15	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.89	7	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
87	16	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.85	7.9	19	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
88	14	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.83	7.9	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
89	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.85	8	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
90	13	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.86	8	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
91	14	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.89	8.5	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
92	17	Axonomorfa una principal y secundarias	5	1.89	8	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
93	14	Axonomorfa una principal y secundarias	6	1.87	7	19	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
94	13	Axonomorfa una principal y secundarias	3	1.7	7.5	18	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
95	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.79	7.9	22	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
96	14	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.89	7.8	25	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
97	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.82	7	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
98	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.88	6.9	21	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
99	16	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.86	7	20	Hojas y brotes sanos	140ml	Supermagro	1/11/2022
100	15	Axonomorfa una principal y secundarias	4	1.99	7.8	20	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
101	17	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.11	8	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
102	20	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.31	8.2	27	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
103	19	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.2	9	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
104	22	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.25	9.5	27	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
105	18	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.26	9	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
106	17	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.3	9.5	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
107	18	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.4	9.2	26	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
108	20	Axonomorfa una principal y secundarias	2	2.5	8.9	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
109	22	Axonomorfa una principal y secundarias	2	2.45	9.5	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
110	19	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.51	9	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
111	18	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.53	8.5	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
112	18	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.54	9.5	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
113	17	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.55	8.5	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
114	20	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.56	8.9	27	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
115	18	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.39	9	29	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
116	21	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.49	9.5	28	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
117	19	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.52	9	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
118	20	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.56	8.8	25	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
119	18	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.51	8.9	27	Hojas y brotes sanos	150ml	Supermagro	15/11/2022
120	19	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.72	9	27	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
121	21	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.89	9.5	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
122	20	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.95	9	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
123	25	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.89	10	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
124	26	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.99	10.5	33	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
125	25	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.65	10.5	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
126	21	Axonomorfa una principal y secundarias	5	3.1	10.5	34	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
127	25	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.95	10	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
128	26	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.99	9.8	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
129	22	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.98	9.9	29	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
130	25	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.76	10.4	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022

No.	Tamaño	Forma	Crecimiento cm	Diámetro mm	Altura cm	Cantidad	Calidad	Dosis	Componente	Tiempo de aplicación
131	23	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.85	9.9	27	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
132	20	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.95	9.8	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
133	21	Axonomorfa una principal y secundarias	5	2.86	9.5	31	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
134	25	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.87	10	33	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
135	24	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.96	10.5	36	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
136	22	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.99	10	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
137	23	Axonomorfa una principal y secundarias	3	2.98	9	29	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
138	24	Axonomorfa una principal y secundarias	4	2.69	9.8	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
139	23	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.11	9.7	28	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022
140	22	Axonomorfa una principal y secundarias	4	3.11	9.5	30	Hojas y brotes sanos	160ml	Supermagro	30/11/2022

En el cuadro se presentan los datos utilizados para los promedios de las mediciones.

Fuente: Marta Yax, hoja de cálculo Excel, noviembre de 2,023



Figura 4. Trasplante de árboles de aliso a las bolsas biodegradables.
Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, agosto 2,022.



Figura 5. Medición de fertilizantes a aplicar.
Medición de los fertilizantes foliares, Ecológico Supermagro y químico Bayfolan.
Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, agosto 2,022. Fertilizantes



Figura 6. Medición de diámetros para las plantas con fertilizante químico.

Medición de diámetro para las plantas con fertilizante químico Bayfolan.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, septiembre 2,022.



Figura 7. Verificación de la calidad de nutrientes.

Verificación de la calidad de nutrientes con los que cuenta la hoja, deficiencia de potasio.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, septiembre 2,022.



Figura 8. Tabla de colores de hojas sanas de las plantas.

Tabla de color de hojas sanas de las plantas.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, septiembre 2,022.



Figura 9. Verificación de las plantas de aliso.

Verificación de la calidad de plantas de aliso, hojas y brotes.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, octubre 2,022.



Medición de las raíces con regla de 30 cm.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, octubre 2,022.



Figura 10, Plantas en etapa de crecimiento

Plantas en etapa de crecimiento.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, octubre 2,022.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario de Totonicapán
 Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
 Ingeniería forestal



CUNTOTO

Objetivo: Evaluar efectos de los fertilizantes foliares ecológico (SuperMagro) y químico (Byfolan), en la calidad de desarrollo de las plantas de Aliso (*Alnus jorullensis* KUNTH) en el vivero de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-

Boleta de campo

Variable dependiente/independiente

Datos de crecimiento de la planta de aliso / Dosis de fertilizante (químico)

No.	Zona radicular			Zona aérea				Químico Byfolan		
	Raíz			Tallo		Hojas o brotes		Dosis (ml/l)	Componentes	Tiempo de aplicación cada 15 días (fechas)
	Tamaño (cm)	Forma	Crecimiento (cm)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Cantidad	Calidad			
1	5 cm	Axe	1	0.44	6	18	Sano	110 ml	Byfolan	19-08-2022
2	5 cm	Axe	1	0.37	6	8	Sano	110 ml	Byfolan	19-08-2022
3	4 cm	Axe	1.2	0.30	5	18	Falta de pulpa	110 ml	Byfolan	19-08-2022
4	4 cm	Axe	1	0.41	5.5	13	Falta de pulpa	110 ml	Byfolan	19-08-2022
5	4 cm	Axe	0.9	0.31	5	7	Falta de pulpa	110 ml	Byfolan	19-08-2022
6	4 cm	Axe	1	0.35	5	7	Sano	110 ml	Byfolan	19-08-2022
n...	4 cm	Axe	1.5	0.36	6	8	Sano	110 ml	Byfolan	19-08-2022

Observaciones: _____

Figura 11. Uso de boleta de campo.

Uso de la boleta de campo en la medición de para el fertilizante químico Bayfolan

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, octubre 2,022.

Parte 5

Apéndice
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro Universitario de Totonicapán
 Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado
 Ingeniería forestal

Objetivo: Evaluar efectos de los fertilizantes foliares ecológico (SuperMagro) y químico (Byfolan), en la calidad de desarrollo de las plantas de Aliso (*Alnus jorullensis* KUNTH) en el vivero de Asociación de Productores Solidarios de San Miguel Totonicapán -APS-

Boleta de campo
 Variable dependiente/independiente

Datos de crecimiento de planta de aliso (*Alnus jorullensis* Kunth / Dosis de fertilizante foliar (ecológico)

No.	Zona radicular			Zona aérea				Ecológico foliar SuperMagro		
	Tamaño (cm)	Forma	Crecimiento (cm)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Cantidad	Calidad (tabla de colores)	Dosis (ml/l)	Componentes	Tiempo de aplicación cada 15 días (fecha)
1	22.5	Arborescente	4	3.64	11	28	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022
2	25	Arborescente	5	3.54	11	34	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022
3	23	Arborescente	7	4.61	12	24	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022
4	22	Arborescente	4.5	5.64	12	24	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022
5	27.2	Arborescente	10	7.52	11	28	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022
6	22	Arborescente	7	4.70	12	21	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022
7	23.4	Arborescente	6.5	4.90	12.8	26	Sano	160ml	Supermagro	28-10-2022

Observaciones:

Figura 12. Uso de la boleta de campo.

Uso de la boleta de campo en la medición de para el fertilizante ecológico Supermagro.

Fuente: Marta Yax, vivero forestal APS Cojxac, octubre 2,022.1