



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTILIZANTE EN EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Alnus acuminata* Kunth,  
(ALISO) EN LA COMUNIDAD DE TIOCAJAS, CANTON  
GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**JOSÉ IGNACIO ANILEMA CARANQUI**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2018**

**HOJA DE CERTIFICACIÓN**

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, CERTIFICA QUE: el trabajo de investigación titulado: “**APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTILIZANTE EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Alnus acuminata Kunth*, (ALISO) EN LA COMUNIDAD DE TIOCAJAS, CANTON GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**”. De responsabilidad del señor. **JOSÉ IGNACIO ANILEMA CARANQUI**, código 181, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ing. Sonia Carmita Rosero Haro

**DIRECTORA**

Fecha



Ing. Miguel Ángel Gualpa Calva

**ASESOR**

Fecha

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, JOSÉ IGNACIO ANILEMA CARANQUI, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 07 de noviembre del 2018



Handwritten signature of José Ignacio Anilema Caranqui in blue ink, written over a horizontal dotted line.

José Ignacio Anilema Caranqui

060448287-7

## **AUTORÍA**

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y de la comunidad Tiocajas con la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.

## DEDICATORIA

*A mis queridos padres Cirilo y Barbarita por darme la vida el amor y la herencia más grande y valiosa a través de su constante y arduo trabajo: La educación, les deberé todos mis logros.*

*A mis hermanos Jorge, Roberto, Rosa y Erika por su apoyo moral, económico incondicional*

*A ti amor Mary mi complemento, mi apoyo en todo momento junto a mi hija Nahira Pakarina, mi mayor fuerza en el camino, la razón del día a día, mi todo*

José Ignacio.

## AGRADECIMIENTO

*A mi **Dios** en lo alto, por bendecirme y guiarme como una luz misteriosa*

*A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de  
Ingeniería Forestal por haberme formado.*

*A la Ing. Sonia Carmita Rosero Haro, por su colaboración en el desarrollo de esta  
investigación brindándome su valioso tiempo y conocimiento para culminar  
eficientemente esta investigación.*

*Al Ing. Miguel Ángel Guallpa, por su valioso tiempo y aporte para el desarrollo de esta  
investigación.*

*A mis compañeros y amigos que formaron y forman parte de mi vida, por creer en mí y  
apoyarme.*

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
<b>1.</b>	LISTA DE CUADROS	viii
<b>2.</b>	LISTA DE GRÁFICAS	xiii
<b>3.</b>	LISTA DE ANEXOS	xvi

**CAPÍTULO**

<b>I.</b>	TÍTULO	1
<b>II.</b>	INTRODUCCIÓN	1
<b>III.</b>	REVISIÓN DE LITERATURA	3
<b>IV.</b>	MATERIALES Y MÉTODOS	28
<b>V.</b>	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
<b>VI.</b>	CONCLUSIONES	92
<b>VII.</b>	RECOMENDACIONES	93
<b>VIII.</b>	RESUMEN	94
<b>IX.</b>	SUMMARY	95
<b>X.</b>	BIBLIOGRAFÍA	96
<b>XI.</b>	ANEXOS	101

## LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1.	Ubicación geográfica de la investigación	29
2.	Datos meteorológicos de la estación meteorológica de “Totorillas”, cantón Guamate.	29
3.	Características físicas del suelo.	30
4.	Características químicas del suelo.	30
5.	Análisis de varianza (ADEVA).	32
6.	Dosis de fertilizante.	33
7.	Frecuencia de aplicación.	33
8.	Combinación de factor A vs factor B.	34
9.	Especificaciones del campo experimental.	34
10.	Especificaciones de la investigación.	35
11.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de aliso ( <i>Alnus acuminata</i> Kunth), a los 30 días de incorporar el fertilizante (10 N – 30 P – 10 K).	40
12.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	41
13.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	41
14.	Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en altura en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante	42
15.	Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de altura en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.	43
16.	Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencia) de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.	44
17.	Análisis de varianza para la altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	45
18.	Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en altura en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, los 120 días de incorporar el fertilizante.	46

19.	Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de altura en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante	47
20.	Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en altura, en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante	48
21.	Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	50
22.	Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	51
23.	Separación de medias de Tukey al 5% para la dosis del fertilizante en el diámetro basal en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorpora el fertilizante	52
24.	Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el diámetro basal en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante	53
25.	Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el diámetro basal en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante	54
26.	Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	55
27.	Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el diámetro basal en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.	56
28.	Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el diámetro basal en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.	57
29.	Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el diámetro basal en plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante	58
30.	Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).	59

31. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante. 60
32. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 61
33. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 62
34. Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 64
35. Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 65
36. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días. 66
37. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante. 67
38. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante 68
39. Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 69
40. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante 70
41. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorpora el fertilizante. 71

42. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante 72
43. Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 73
44. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 74
45. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 75
46. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 76
47. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 78
48. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 79
49. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante 80
50. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante 81
51. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante 82
52. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 83

53. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante 84
54. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de aplicación en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante 85
55. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante 86
56. Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K). 87
57. Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis de fertilizante en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 88
58. Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de aplicación en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorpora el fertilizante 89
59. Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis y frecuencias) en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante 90

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
1.	Mapa de ubicación del sitio de la investigación	28
2.	Altura de la planta a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante).	42
3.	Altura de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	43
4.	Altura de las plantas a 90 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	44
5.	Altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	46
6.	Altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación)	47
7.	Altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	48
8.	Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	52
9.	Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	53
10.	Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	54
11.	Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante).	56
12.	Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	57
13.	Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	58
14.	Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	60
15.	Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	61

16.	Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	62
17.	Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	66
18.	Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	67
19.	Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	68
20.	Número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	70
21.	Número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	71
22.	Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	72
23.	Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	74
24.	Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	75
25.	Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia)	76
26.	Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	80
27.	Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).	81
28.	Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis vs frecuencia).	82
29.	Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)	84
30.	Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación)	85
31.	Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).	86

- |            |  |    |
|------------|--|----|
| <b>32.</b> | Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)    | 88 |
| <b>33.</b> | Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación) | 89 |
| <b>34</b>  | Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).   | 90 |

## LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG
1.	Distribución de parcelas del diseño experimental	101
2.	Distanciamiento entre plantas	101
3.	Crecimiento en altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (cm).	102
4.	Crecimiento en altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (cm).	102
5.	Crecimiento en altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (cm).	103
6.	Crecimiento en altura de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (cm).	103
7.	Incremento del diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (mm).	104
8.	Incremento del diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (mm).	104
9.	Incremento del diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K),	105
10.	Incremento del diámetro basal de las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P– 10K), en (mm).	105
11.	Número de brotes en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	106
12.	Número de brotes en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	106
13.	Número de brotes en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	107
14.	Número de brotes en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	107
15.	Número de hojas en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	108

16.	Número de hojas en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	108
17.	Número de hojas en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	109
18.	Número de hojas en las plantas de <i>A. acuminata</i> Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).	109
19.	Selección del área de investigación.	110
20.	Hoyado y plantación de <i>A. acuminata</i> Kunth.	110
21.	Toma de datos en campo de (altura y diámetro basal), de <i>A. acuminata</i> Kunth.	111
22.	Toma de datos en campo (número de brotes y hojas), de <i>A. acuminata</i>	111
23.	<i>A. acuminata</i> Kunth, a los 30 y 60 días de realizar la plantación.	112
24.	<i>A. acuminata</i> Kunth, a los 90 y 120 días de realizar la plantación.	112
25.	Vista del área de estudio con sus respectivos tratamientos de <i>A. acuminata</i> Kunth.	113
26.	Resultado e interpretación del análisis químico del suelo	113

**I. APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE FERTILIZANTE EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE *Alnus acuminata* Kunth, (ALISO) EN LA COMUNIDAD DE TIOCAJAS, CANTON GUAMOTE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

**II. INTRODUCCIÓN**

En el Ecuador *Alnus acuminata* Kunth. (Aliso), constituye una de las especies más importantes, ya que se encuentra en forma dispersa a lo largo del país en toda la sierra desde el Carchi hasta Loja, y en las estribaciones de las cordilleras hacia el Litoral y la Amazonía, cabe aclarar que esta especie es ideal para los sistemas agroforestales y silvopastoriles por sus beneficios; es de rápido crecimiento, mejora el suelo al fijar nitrógeno del aire, aporta materia orgánica por descomposición de las hojas, proporciona protección a cultivos y animales, reduce la evaporación en un 50%, compite muy poco con los cultivos ya que las raíces no son superficiales. (FAO, 2012).

En Tiocajas comunidad donde se desarrolló la investigación la población humana es de 200 Jefes de familias, de lo cual, en un 50 % han migrado, el restante están dedicadas a la producción agrícola pecuaria de manera tradicional practicando el monocultivo en pendientes que superan el 20%, sin considerar la presencia del componente arbóreo en especial del aliso, dando como consecuencia la erosión hídrica eólica, razón por la cual hay un elevado deterioro de los suelos y un avance de la frontera agrícola hacia a los páramos, cuyo efecto principal es la reducción del ecosistema páramo por ende los humedales

En los predios de la mencionada comunidad *A. acuminata* Kunth, es plantado empíricamente sin un conocimiento real sobre los requerimientos nutricionales de la especie para su óptimo crecimiento y desarrollo, por ende, este proyecto de investigación pretende brindar una alternativa que permita la disminución del proceso de degradación de los suelos y alcanzar un equilibrio ecológico en el entorno de la comunidad Tiocajas.

## A. JUSTIFICACIÓN

*A. acuminata* Kunth, por constituirse una de las especies más apropiadas para los fines agroforestales y silvopastoriles, surge la importancia de realizar este trabajo de investigación, donde se buscará una alternativa nutricional para mejorar el crecimiento y desarrollo de la especie al establecer la plantación en la comunidad de Tiocajas, con la finalidad de determinar la dosis más conveniente, permitiendo obtener un buen crecimiento y desarrollo de la especie en menor tiempo.

Mediante lo cual facilite el establecimiento de los sistemas agroforestales y silvopastoriles mismos que garanticen a mantener la productividad socioeconómica de la población y posteriormente aporten a mitigar, recuperar y proteger el recurso suelo degradado y aprovechar de una forma sostenible al realizar las actividades agrícolas pecuarias en la comunidad a lo largo del tiempo.

## B. OBJETIVOS

### 1. Objetivo general

Aplicar tres dosis de fertilizante en el crecimiento y desarrollo de *Alnus acuminata* Kunth, (Aliso) en la comunidad Tiocajas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

### 2. Objetivos específicos

- a. Evaluar las variables dasométricas y la calidad de *A. acuminata* Kunth.
- b. Determinar la mejor dosis de fertilizante para el crecimiento y desarrollo de *A. acuminata* Kunth.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **A. FERTILIZANTES**

##### **1. Fertilizantes**

Los fertilizantes son los elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales de su crecimiento y desarrollo. (Fericó, 2001).

##### **2. Fertilización**

La fertilización, es una forma de asignarle una mayor fertilidad al suelo en donde cultivaremos nuestros alimentos. De este modo, las plantas que hemos sembrado pueden nutrirse mejor y así crecer y desarrollarse de buena forma (Ambientum, 2014).

La fertilización es la aportación de sustancias minerales u orgánicas al suelo de cultivo con el objeto de mejorar su capacidad nutritiva mediante esta técnica agronómica se distribuyen en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de facilitar la perenne renovación del proceso productivo, evitando de esta manera el empobrecimiento y esterilidad del suelo (Suquilanda, 2003).

##### **3. Formas de aplicación**

Dependiendo del tipo de fertilizante, cultivo y momento de aplicación, el fertilizante se puede aplicar en banda o al voleo, inyectado directamente al suelo o al tronco del árbol, asperjado al follaje, o mediante el agua de riego. Según sea el tipo de fertilizante se debe localizar cerca de las raíces o ponerlo en contacto con las hojas en forma de solución (Black, 2002)

Las pérdidas de N son mayores cuando la urea se aplica al voleo, especialmente sobre residuos orgánicos, comparado con las soluciones UAN (agua más urea y nitrato de amonio) y nitrato de amonio. La eficiencia de recuperación es mayor cuando la urea se

aplica en bandas a 10 cm de profundidad. La inyección de soluciones o gas al suelo también aumenta la recuperación del N por la planta (Bordoli, 2010).

Debido a que el P y K son nutrimentos inmóviles en el suelo, su eficiencia aumenta si se colocan cerca de las raíces para que estas los intercepten y para reducir su fijación. La aplicación de P y especialmente K en banda o en hilera ha incrementado más el rendimiento. En suelos sujetos a compactación se ha observado que la disponibilidad de K es reducida, probablemente debido a menor aireación en la zona radicular (Bordoli, 2010)

#### **4. Formulaciones químicas de los fertilizantes**

Según Pérez, (2010). Indica que hay tres sustancias principales en la composición de los fertilizantes, el nitrógeno, el fósforo y el potasio, estas sustancias son las más importantes en el crecimiento vigoroso de las plantas, y a su vez son las que más se agotan en el suelo y pueden ser:

##### **a. Soluble**

Cuando el fertilizante se disuelve totalmente en el agua de riego y penetra con ella al suelo, son de rápida acción, pero tienen la desventaja de que son “lavados” por el riego y terminan en parte, en las capas profundas del suelo donde las raíces no pueden alcanzarlos.

##### **b. De acción lenta**

Los fertilizantes de liberación lenta o controlada suministran los nutrientes a la planta de forma eficaz, controlada y prolongada en el tiempo. En general son granulados, las sustancias activas están retenidas en gránulos duros no solubles, pero que permiten al sistema radicular de la planta extraerlas de ahí, con lo que su acción es más lenta pero duradera, lo que es conveniente en la mayoría de los casos. Esto permite reducir el número de aplicaciones y de unidades fertilizantes a aportar, (Pérez, 2010).

### **c. Quelatos**

En este caso los componentes nutricionales forman parte de una molécula compleja que impide que el elemento reaccione libremente con los componentes del suelo pero a su vez pueda ser utilizado por las plantas.

Las proporciones en % de estos componentes en el fertilizante químico, están representados por la fórmula que acompaña a los fertilizantes. Esta fórmula consta de tres números separados por guiones, ejemplo, 20-20-20 ó 20-0-10 etc., el primer número es la proporción de nitrógeno asimilable por la planta que contiene, el segundo la cantidad de fósforo y el tercero de potasio. Cuando los tres números tienen valor diferente de cero se dice que es un fertilizante completo. (Pérez, 2010).

### **d. Fertilizantes simples**

Los fertilizantes simples están formados por un solo ingrediente activo. Generalmente contiene un solo alimento vegetal básico o pequeñas cantidades de otros (Núñez, 1990).

### **e. Fertilizantes compuestos**

Los fertilizantes compuestos contienen múltiples nutrientes en cada gránulo individual. Esto difiere de una mezcla física de fertilizantes que se realiza para obtener una composición promedio deseada de nutrientes.

Esta diferencia permite que los fertilizantes compuestos sean esparcidos de manera que cada gránulo ofrezca la misma mezcla de nutrientes a medida que se disuelve en el suelo y elimina la posibilidad de segregación de los materiales durante el transporte o la aplicación. Se puede lograr una distribución uniforme de micronutrientes en toda la zona radicular cuando estos se incluyen en los fertilizantes compuestos, estos fertilizantes son especialmente eficaces para aplicar una dosis de nutriente inicial en aplicaciones previas a la siembra (Núñez, 2003).

## **f. Fertilizantes complejos**

Los fertilizantes complejos, son aquellos que resultan de la mezcla química, hecho en la industria o fabrica. La particularidad de estos fertilizantes es que presentan un solo color típico del formulado. También pueden ser binarios, terciarios, cuaternarios o quinquenarios. (Pérez, 2010).

## **5. Dinámica de los nutrientes en el suelo**

El contacto de los nutrientes con la superficie de la raíz es un requisito importante para que se produzca la absorción de los mismos, la misma se puede producir de dos formas: en forma directa por el crecimiento de las raíces y por movimiento de los nutrientes por difusión o flujo masal desde el suelo hasta la superficie de las raíces. (Barber, 2002)

### **a. Intercepción directa por la raíz.**

A medida que la raíz crece, se ubica en estratos de suelo en los que encuentra los nutrientes disponibles para la planta, la cantidad de nutrientes que intercepta en forma directa la raíz se encuentra relacionada con la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo ocupado por la raíz y el porcentaje de suelo explorado por la raíz, en general solo un pequeño porcentaje del total de nutrientes absorbido por la raíz llega por esta vía (Arcos, 2016)

La absorción de nutrientes desde una solución por la raíz es máxima en la zona superior al ápice, decae rápidamente por encima de ella y luego más suavemente hacia la base de la raíz, el diseño de los patrones de absorción- exportación varía a lo largo de la raíz presentando diferencias para cada nutriente, la absorción de fosfato tiene lugar a lo largo de toda la raíz aunque disminuye con el aumento de la distancia al ápice radical por lo cual el transporte aumenta hacia la base en los primeros centímetros de raíz, la absorción y transporte de potasio presentan diseños similares a los del fosfato en cambio, el calcio se transporta al vástago solamente desde la zona más joven de la raíz (Oñate, 2008).

## **b. Movimiento por difusión y flujo masal de los nutrientes.**

El mayor porcentaje de los nutrientes se mueve desde el suelo antes de ser absorbido por las raíces, los mecanismos de transporte involucrados en el movimiento de los nutrientes en el suelo hasta su llegada hasta la superficie de las raíces son la difusión y el flujo masal. (Carlson, 2004).

### 1) Difusión.

Cuando las raíces absorben nutrientes se crea un gradiente de concentración de nutrientes entre el suelo y la raíz, el resultado de este gradiente es un movimiento de nutrientes hacia las cercanías de las raíces por difusión, la cantidad de nutrientes transportadas por este mecanismo va estar relacionado con la gradiente de concentración y con el coeficiente de difusión del nutriente (que varía con el tipo de suelo y la movilidad del nutriente en el suelo. (Carlson, 2004).

### 2) Flujo masal

Es el movimiento de agua y de los nutrientes que se encuentra disuelto en la masa líquida que llega hasta las raíces como resultado del proceso de transpiración de la planta, la cantidad de nutrientes que llega por este movimiento está relacionado con la concentración del mismo en la solución del suelo y con el volumen de agua que absorbe la planta respectivamente. (Carlson, 2004).

## **6. Efectos positivos de los fertilizantes químicos**

Según Bordoli, (2010), menciona que los efectos de fertilizantes químicos, suelen ser mayores, porque le aportan al suelo, grandes proporciones concentradas de Nitrógeno Fósforo y Potasio.

a. Aporte de nitrógeno, es el encargado de formar las proteínas y clorofila de las plantas

- b. Aporte de fósforo, desarrollan mucho más fuertes las raíces
- c. Aporte de potasio, es para que las plantas puedan resistir mejor las enfermedades, y provoca mayor fortaleza a los tallos (Bordoli, 2010).

Estos son algunos de los efectos de fertilizantes químicos que producen al aportar estos tres nutrientes, que ayudan a las plantas para que se cumplan estas funciones indispensables para su total desarrollo. Algunos de los efectos de fertilizantes químicos que no son tan favorables, es que éstos liberan muy rápidamente sus propiedades al suelo, por lo tanto, se disuelven y se pierden más rápidamente, que los fertilizantes orgánicos, estos por el contrario tienen una liberación de proteínas y nutrientes en manera más lenta, por lo cual acrecienta la capacidad de retención del agua. Las grandes extensiones de cosechas, el suelo pierde paulatinamente sus nutrientes. Quiere decir que a lo largo de tantas cosechas repetidas, el suelo no puede recuperarse por sí solo, por lo tanto, las producciones comienzan a disminuir por las fallas provocadas en el suelo. (Mallarino, 2005).

## 7. **Efectos negativos de los fertilizantes químicos**

Los mismos efectos de fertilizantes químicos pueden llegar a ocasionar, contaminaciones e intoxicaciones tanto en el suelo, y por consiguiente, a las plantas que estén en él plantadas, también puede afectar a las aguas subterráneas de la zona, en el caso de que se excedan en su uso; sin descartar las intoxicaciones humanas, si se llegaran a consumir verduras, legumbres o frutas que hayan estado en el suelo contaminado, o si bebieran agua de esos pozos también contaminados. Es muy peligroso si no se tiene control específico, en el empleo de las cantidades suministradas, de los fertilizantes inorgánicos o químicos, porque los riegos más las lluvias, van arrastrando a estos fertilizantes hacia los pozos de agua, y así se contaminan dichas fuentes con estos elementos químicos. (Mallarino, 2005).

Efectos de fertilizantes químicos pueden llegar a ser adversos, si se llegaran a contaminar los cultivos, porque entonces el trabajo realizado, más la aplicación de dichos fertilizantes para producir mayores cosechas, habrá sido en vano. (Bordoli, 2010).

## B. FERTILIZANTE A UTILIZAR

### 1. Nitrógeno

#### a. Definición

Según Álvarez, (2007) el nitrógeno es un nutriente de gran importancia debido a su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; si añadimos que los suelos suelen soportar un déficit de este elemento, tendremos que, junto al potasio y el fósforo, es uno de los elementos claves en la nutrición mineral. En términos mundiales es el nutriente que más limita las cosechas y por ello, el que más se fertiliza. Tiene implicaciones en la contaminación ambiental por nitratos.

#### b. Funciones del nitrógeno en la planta

El nitrógeno predomina en formas orgánicas dentro de la planta, ligado a aminoácidos y proteínas en forma reducida, denominado "nitrato asimilado", el nitrógeno asimilado actúa parcialmente en forma específica en procesos metabólicos de la planta y parcialmente en forma estructural (Imexcor, 2014).

Según Imexcor. (2014), señala que el nitrógeno (N) es necesario para la síntesis de la clorofila y, como parte de la molécula de clorofila, tiene un papel en el proceso de fotosíntesis. La falta de nitrógeno (N) y clorofila significa que el cultivo no utilizará la luz del sol como fuente de energía para llevar a cabo funciones esenciales como la absorción de nutrientes. El nitrógeno (N) es también un componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta.

#### c. Síntomas de deficiencia de nitrógeno

Empieza primero por las hojas más viejas o sea las inferiores (en el caso del hierro, empieza por las más jóvenes, que son los brotes). Se ven hojas más claras de color verde

pálido, que va tornándose en amarillo, incluyendo las nerviaciones, aunque la clorosis llegue a toda la planta los síntomas son más evidentes en las hojas viejas (Pillarte, 2014). La planta no crece, el follaje es escaso, aunque puede florecer con cierta abundancia. En definitiva, la planta tiene un aspecto raquítico y amarillento (Pillarte, 2014).

#### **d. Urea como fuente de nitrógeno**

Es fertilizante químico de origen orgánico, sólido granulado, de color blanco, especialmente formulado para ser utilizado como abono. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (Imexcor, 2014).

## **2. Fósforo**

### **a. Definición**

El fósforo es un macro-elemento esencial para el crecimiento de las plantas, participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos. (Arcos, 2016)

El mismo autor menciona que el fósforo se encuentra en el suelo en compuestos orgánicos y en minerales. Sin embargo, la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo. Por lo tanto, en muchos casos, los fertilizantes de fósforo deben ser aplicados para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo.

El fósforo se encuentra, además, como constituyente de nucleoproteínas, y participa también en la división celular y en la transferencia de características hereditarias por los cromosomas como constituyentes del DNA y RNA. (Saro, 2013).

### **b. La absorción de fósforo por las plantas**

Las plantas absorben el fósforo de la solución del suelo como el ion ortofosfato:  $\text{HPO}_4^{2-}$  o  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . La forma en que el fósforo es absorbido es afectado por el pH. En un pH más alto predomina la forma  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . (Arcos, 2016)

Las plantas pueden adsorber solamente el fósforo disuelto en la solución del suelo, y puesto que la mayor parte del fósforo en el suelo existe en compuestos químicos estables, sólo una pequeña cantidad de fósforo está disponible para la planta en cualquier momento dado. (Arcos, 2016)

La movilidad del fósforo en el suelo es muy limitada y por lo tanto, las raíces pueden absorber el fósforo solamente de su entorno inmediato, desde que la cantidad del fósforo en la solución del suelo es baja, la mayor parte de la absorción del fósforo es activa, contra el gradiente de la concentración (es decir, la concentración del fósforo es mayor en las raíces que en la solución del suelo (Valadez, 1994).

La absorción activa es un proceso que consume energía, así que las condiciones que inhiben la actividad de las raíces, tales como las bajas temperaturas, el exceso de agua, etc., inhiben la absorción del fósforo. (Valadez, 1994).

### c. Síntomas de deficiencia de fósforo

El efecto más acentuado de la falta de P es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de P, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes. (Suquilanda, 2003).

Los síntomas de la deficiencia del fósforo incluyen retrasos en el crecimiento de la planta, coloración púrpura oscura de las hojas más viejas, retraso en el crecimiento de las raíces y el florecimiento. En la mayoría de las plantas estos síntomas aparecen cuando la concentración del fósforo en las hojas es inferior al 0,2%. (Suquilanda, 2003).

#### **d. Superfosfato triple como fuente de fósforo**

Es un fertilizante fosfatado soluble con un elevado contenido de fósforo. Esta fuente fertilizante en suelos de pH neutros presenta una disponibilidad inmediata que disminuye con el tiempo fijándose en formas químicas menos disponibles para la planta, dependiendo de las propiedades del suelo. Este fertilizante es una fuente alternativa al superfosfato simple en lo que respecta al fósforo siempre y cuando los niveles de azufre del suelo sean suficientes para el cultivo instalado. Al reaccionar el fertilizante con la humedad del suelo da como resultado una solución de fosfatos que pueden reaccionar en suelos con hierro, aluminio, manganeso y principalmente en suelos ácidos. En los calcáreos estas reacciones ocurren con los carbonatos de calcio. Como resultado en suelos de pH alejados del neutro, este nutriente se fija y precipita como fosfatos en combinación con estos elementos, disminuyendo la disponibilidad de fósforo para la planta, (Valadez, 1994).

### **3. Potasio**

#### **a. Definición**

El potasio es un nutriente esencial para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las plantas. Se considera segundo luego del nitrógeno, cuando se trata de nutrientes que necesitan las plantas y es generalmente considerado como el "nutriente de calidad". El potasio afecta la forma, tamaño, color y sabor de la planta y a otras medidas atribuidas a la calidad del producto. (Arcos, 2016)

#### **b. El potasio en las plantas**

Es el nutriente que las plantas absorben en mayor cantidad después del nitrógeno o, más raramente, el calcio. Aparece disuelto en forma de Cation  $K^+$ , Ayuda a incrementar la fotosíntesis dado que, a mayores niveles de potasio, se incrementa la absorción de  $CO_2$ . Interviene en la formación de azúcares. Es necesario para la absorción del agua por parte

de las raíces y para la transpiración vegetal. Este último aspecto lo efectúa al controlar la apertura de los estomas de las hojas, lo que permite economizar agua. (Saro, 2013).

El potasio se encuentra muy relacionado con el nitrógeno, de manera que ambos resultan necesarios para que se formen las proteínas. Un adecuado nivel de potasio determina que la planta sea más resistente a las enfermedades. Incentiva la floración y aumenta su resistencia. Los abonos potásicos consiguen enriquecer los frutos sean en proteínas y, por lo tanto aumentar su densidad y mejorar su aspecto más agradable. Igualmente consiguen que su resistencia sobre la planta sea más prolongada. (Arcos, 2016)

### **c. Síntomas de deficiencia de potasio**

La deficiencia de fósforo tiene a inhibir el crecimiento del tallo. Las hojas se tornan oscuras, pálidas de aspecto apagado, color azul-verdoso. (Saro, 2013).

El color rojizo, o rojo-violeta se desarrolla a veces por la síntesis de antocianinas. Los síntomas aparecen primero en las partes más viejas de la planta. Las hojas nuevas pueden a menuda aparentar ser sanas, pero a menudo son pequeñas. (Arcos, 2016)

#### 1) Clorosis

Amarillamiento y quemaduras marginales en las hojas medias y bajas de la planta, el primer signo de deficiencia son las quemaduras en el área internerval y marginal, por lo general en tonos de amarillo, manteniendo verdes las nervaduras. (Saro, 2013).

#### 2) Crecimiento lento o retrasado.

Como el potasio es un catalizador importante de crecimiento en las plantas, las plantas deficientes en potasio tendrán un retraso en el crecimiento. (Munera, 2014).

#### 3) Tolerancia disminuida a los cambios de temperatura y a estrés hídrico

La deficiencia de potasio se traduce en menos agua que circula en la planta, como resultado, la planta será más susceptible al estrés hídrico y a cambios de temperatura (Munera, 2014).

#### 4) Defoliación

Si no se corrige la deficiencia, las plantas deficientes en potasio pierden sus hojas antes de lo que deberían. Este proceso es incluso más rápido si la planta está expuesta a un estrés hídrico o a temperaturas altas. Las hojas se vuelven amarillas marrones, y finalmente se caen una a una. (Arcos, 2016)

#### **d. Muriato de potasio como fuente de Potasio**

Fertilizante granulado a base de Potasio ( $K_2O$ ) (0-0-60), recomendado para corregir deficiencias o desbalances de este elemento en el suelo y/o reponer extracciones del mismo por parte de los cultivos, fundamental para obtener un buen peso y llenado en frutos u órganos cosechables de los vegetales. (Saro, 2013).

El Potasio interviene en la apertura y cierre de las estomas en la planta, permitiendo un equilibrio hídrico en el interior regulando de manera eficiente procesos fisiológicos como la transpiración, además el cultivo se torna menos vulnerable al ataque de enfermedades. El Muriato de Potasio por su alta concentración de Potasio (60%) es la fuente de aporte de Potasio más económica para la mayoría de los cultivos. (Saro, 2013).

#### **4. Fertilizante compuesto (10 N - 30 P - 10 K).**

Enriquecido con zeolita (mineral orgánico) que potencializa la efectividad de los nutrientes actuando como regulador de los mismos aportando a la tierra retención de agua y mejorando el intercambio catiónico. (Trujillo, 2002) citado por (Cardoso, 2014).

El nitrógeno se encuentra en forma nítrica (disponibilidad inmediata) y amoniacal (disponibilidad progresiva), lo cual garantiza un crecimiento rápido de la planta y un buen

desarrollo para el cultivo, el fósforo, es totalmente asimilable por el cultivo, lo cual garantiza un sistema radicular vigoroso a la planta para una mejor nutrición y mayor producción. Al aplicar el potasio en dosis adecuadas se obtiene plantas más resistentes a plagas y enfermedades, este producto garantiza un mayor rendimiento y calidad de su cosecha. (Trujillo, 2002) citado por (Cardoso, 2014).

## C. MÉTODOS DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

### 1. Al suelo

#### a. Al voleo o cobertura total

Este método implica la colocación de fertilizante en la totalidad del terreno antes o después de la siembra o plantación, lo cual garantiza los nutrientes en la etapa inicial de la planta. (Trujillo, 2002) citado por (Cardoso, 2014).

#### b. Antes del trasplante (localizada)

Se aplica el fertilizante a una zona limitada del suelo que será interceptada por las raíces bandas granulado. (Trujillo, 2002) citado por (Cardoso, 2014).

#### c. Al momento de la plantación: localizada

Al realizar la plantación el fertilizante se debe aportar al fondo del hoyo procurando que no haya contacto con la raíz de la planta. (Trujillo, 2002) citado por (Cardoso, 2014).

#### d. Posplantación

Dejar caer gotas del fertilizante formando un círculo a 30 cm de distancia del tronco, la cantidad que vas a usar depende de la edad del árbol y del tipo de suelo (Prieto, 2004).

## **2. Al follaje (foliares)**

Nolasco, (2011), menciona que la fertilización foliar, es un método por el cual se le aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en disoluciones acuosas, con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo.

Fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad, en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha vía foliar. Esto en la práctica no es posible, por el alto costo del elevado número de aplicaciones que sería necesario realizar para satisfacer el total de requerimientos. (Nolasco, 2011),

Saro, (2013). Menciona que la fertilización foliar es una técnica de nutrición instantánea, que aporta elementos esenciales a los cultivos, solucionando la deficiencia de nutrientes mediante la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente sobre las hojas. Se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, por favorecer, además, el buen desarrollo de los cultivos y mejorar el rendimiento y la calidad del producto

## **3. Con el agua de riego o fertirriego**

### **a. Fertirrigación**

Se denomina también nutrigación a la aplicación de nutrientes a través de sistemas de riego. La incorporación de fertilizantes solubles en el agua de riego facilita la integración y armonización entre la aplicación de agua y nutrientes para las plantas. El uso de la nutrigación implica ofrecer una adecuada cantidad de agua y nutrientes de forma directa a la zona de la raíz de la planta para satisfacer sus demandas durante las distintas etapas de crecimiento (Yara, 2017).

La tasa de aplicación diaria de nutrientes a través de la nutrigación / fertirrigación es

cambiante durante todo el periodo de desarrollo del cultivo y se planifica para seguir la demanda diaria de la planta de acuerdo a su ritmo de absorción de nutrientes. En cualquier sistema de riego, la Nutrigación requiere la inyección de soluciones fertilizantes solubles en el agua de riego mediante dispositivos inyectoros de dosificación. Es por ello que se necesitan fertilizantes totalmente solubles en agua, de alta calidad para preparar soluciones de nutrientes adecuadas. (Freire, 2012).

#### D. FERTILIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

Sotomayor, (2002), afirma que la fertilización ayuda tanto en el establecimiento de las plantaciones, en el prendimiento y desarrollo, como en un aumento de la productividad. Pero un adecuado diagnóstico, mediante un análisis químico del suelo, previo al establecimiento de la plantación y posteriormente durante el desarrollo del rodal, indicará la necesidad, las dosis a utilizar y la rentabilidad de efectuar fertilizaciones preventivas y/o de apoyo, evitando pérdidas de crecimiento, así como la necesidad de efectuar fertilizaciones correctivas posteriores. Este diagnóstico debe ser realizado en base a procedimientos estándar y analizados en laboratorios especializados.

El mismo autor afirma que cuando la plantación es fertilizada sin realizar control de malezas, la competencia de éstas, normalmente aumenta, pudiendo provocar mortalidad en las plantas establecidas, por lo que no es recomendable fertilizar sin haber asegurado un adecuado control de las malezas previo, especialmente de herbáceas

Según Toro, (2005), la primera oportunidad de fertilizar una plantación forestal es durante la fase de establecimiento, destinada básicamente a apoyar el crecimiento inicial de las plantas y permitir que la fase de construcción del aparato fotosintético se desarrolle en forma normal, lo que se logra a través de fertilizaciones correctivas y de apoyo.

Una herramienta importante para evaluar la respuesta a los fertilizantes y detectar deficiencias o desbalances de nutrientes es el análisis foliar. Mediante el análisis foliar, la deficiencia o exceso de uno o más nutrientes producen anomalías visibles con síntomas característicos para cada nutriente. (Aguirre, 2010).

## **1. Oportunidades para fertilizar una plantación forestal**

Según Toro (2005), existen distintas oportunidades para fertilizar:

### **a. Fertilización durante la fase de establecimiento,**

Destinada básicamente a apoyar el crecimiento inicial de las plantas y permitir que la fase de construcción del aparato fotosintético se desarrolle en forma normal, lo que se logra a través de fertilizaciones correctivas y de apoyo.

Esta fertilización puede considerarse como una aplicación preventiva, ya que pretende suplir las deficiencias nutricionales antes que estas se expresen en el crecimiento de la plantación.

### **b. Fertilización en conjunto con raleos al cierre de copas,**

Con las cuales se han logrado importantes volúmenes adicionales, que varían entre 4 – 7 m<sup>3</sup> /há/año para *P. radiata* en ensayos instalados entre la VII y VIII Región, coincidiendo con las experiencias realizadas en Australia, Nueva Zelandia y Sudáfrica.

### **c. Fertilización precosecha.**

La aplicación de fertilizantes cinco o seis años antes de cosechar un bosque ha entregado incrementos en volumen de hasta 30 m<sup>3</sup>/ha en plantaciones, convirtiendo esta actividad en otra alternativa para obtener plantaciones de mayor productividad. (Toro, 2005).

## **E. CARACTERIZACIÓN DE *A. acuminata* Kunth.**

### **1. Clasificación taxonómica**

**Reino:** Vegetal Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Fagales

**Género:** *Alnus*

**Especie:** *Acuminata*.

**Nombre Científico:** *Alnus acuminata* Kunth

Clasificación taxonómica citada por: (Carpelleti, 1995) citado por (Tucanes, 2011).

## 2. Origen.

Este género comprende una veintena de especies, ampliamente distribuidas en las regiones templadas y frías del hemisferio septentrional, desde Asia y Europa hasta América del Norte (Añazco, 2004).

## 3. Distribución geográfica

El aliso en nuestro país se encuentra en toda la región interandina y en los flancos de la cordillera oriental y occidental desde una altitud de 800 msnm, hasta los 3500 msnm de altitud (Añazco, 2004).

La especie llega hasta 3800 msnm, con excelentes crecimientos en la provincia de Pichincha, en cortinas rompe vientos: (INEFAN, 2003).

## 4. Características anatómicas.

### a. El árbol.

Es monoico, mediano de 10 a 15 m de altura, 25 a 30 cm DAP, fuste cilíndrico, copa amplia, ramificación con follaje esparcido. Corteza de 0,8 a 1 cm, externa lisa, blanco

grisáceo, corteza interna rosada, fácilmente desprendible de la albura. (Chamacás & Tipaz, 2002).

#### **b. Copa.**

En términos generales la copa es angosta, irregular y abierta. En el Ecuador se puede observar esto de acuerdo a la altitud, en Saraguro a 2500 msnm presentan una copa más densa y con más follaje, en cambio los procedentes de Carchi a 3200 msnm es abierta. (Añazco, 2004).

#### **c. Tallo.**

Cuando tierno es pubescente, en su parte terminal es de forma triangular y de intenso color azulado, las ramas se disponen de modo alterno y las ramillas se presentan angulosas y de color marrón rojizo u oscuro. (Añazco, 2004).

#### **d. Corteza.**

Es lisa de color gris claro, a veces plateada en árboles jóvenes, cuando adultos en ciertos casos se torna pardo y se agrieta en una serie de escamas delgadas y verticales. También en la corteza se encuentra lenticelas alargadas y blanquecinas de aproximadamente 1,5 cm, protuberantes, suberosas, y fáciles de identificar, el espesor de 1 mm. (Añazco, 2004).

#### **e. Raíz.**

El sistema es amplio y se extiende muy cerca de la superficie del suelo. Muchas raíces son leñosas y superan a veces en longitud a la altura total del árbol. En suelos arenosos y de origen aluvial se nota una tendencia a desarrollar raíces pivotantes y poco superficiales, los nódulos que recubren con una epidermis decoloración parda o amarillenta ocurren en las raíces de las plantas a la temprana edad, a los 2 meses se los puede observar desde la base de las raíces hasta la punta de las raicillas. (Añazco, 2004).

## 5. Características climáticas.

### a. Zona de Vida.

Desarrollan bien en un bosque húmedo Montano bajo, bh-MB y bosque muy húmedo Montano Bajo, bmh-MB, influenciados por la condensación periódica de la neblina, pudiendo y aún bajar al Pre-Montano. (INEFAN, 2003).

Las formaciones ecológicas (Sistema Holdridge) que ocupa la especie son las siguientes: en cursos de agua de estepa Montano (e-M), bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB), bosque seco Montano Bajo (bs-MB), bosque húmedo Montano (bh-M). La altura más baja de estas formaciones corresponde al (bmh-MB). 2600 a 3200 msnm y la más alta a 3800 msnm Delbh-M. (Holdridge, 1995).

### b. Requerimiento edáfico

El aliso prefiere suelos profundos, bien drenados, húmedos limosos o limo-arenosos de origen aluvial o volcánico, aunque puede crecer en un suelo pobre, desde grava a arena, arcillas y aún sobre rocas. (Holdridge, 1995).

El aliso no es exigente en cuanto al suelo, crece en suelos muy pobres, que los mejora puesto que fija nitrógeno al suelo. Es planta pionera en zonas devastadas por quemas y erosión, por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en nitrógeno, se puede considerar el aliso, como una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos. (Carrillo, 2008).

La especie del aliso no es exigente en cuanto a calidad de suelo, siempre cuando haya buena humedad, el árbol crece en un amplio rango de texturas: desde la arcilla hasta la arenosa, e inclusive en suelos pedregosos y superficiales. No requiere de materia orgánica en el suelo, por lo que sirve para colonizar zonas de subsuelo expuestas.

Ello se debe a la simbiosis radicular con un actinomiceto que fija nitrógeno, así como también a su simbiosis con hongos micorrícicos. (Carrillo, 2008).

En suelos donde no se haya plantado esta especie anteriormente podría ser necesario añadir algo de suelo recogido bajo árboles maduros de *Alnus*, para inocular el suelo con las bacterias fijadoras de nitrógeno. Normalmente no se requiere fertilización, aunque el añadir elementos menores como molibdeno o cobalto puede ser efectivo. Si la planta está en suelos que llevan mucho tiempo bajo pastoreo se debería analizar el suelo ya que podría requerir fertilización adicional. En lugares secos podría necesitar riegos hasta que las raíces alcancen fuentes de agua a mayor profundidad. Los árboles rebrotan en forma natural, pero se desconoce si los cultivos pueden reproducirse sistemáticamente por este método (Rojas, 2009).

### **c. Temperatura.**

Necesita de una temperatura mínima de 7 grados centígrados hasta 20 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas más altas cuando están libres de malezas. (INEFAN, 2003).

El aliso en general es una especie de clima templado donde el rango de temperatura media es de 4 a 27 grados centígrados. Por poco tiempo Puede soportar temperaturas que bajan a 0 grados centígrados. Luego de heladas breves y daños en su follaje, se han recuperado con bastante rapidez. En las partes más altas prosperan en quebradas abrigadas ya que vientos secos fríos afectan su desarrollo. (Carrillo, 2008).

### **d. Precipitaciones.**

Necesita precipitaciones mayores de los 1,500mm, cuando la lluvia es menor se debe emplear plántulas con gran volumen de tierra en las raíces (cepellón), (INEFAN, 2003).

El aliso se desarrolla bien a precipitaciones de 500 mm anuales, aunque prefiere zonas más húmedas, exigente en cuanto a la humedad, en especial en la etapa de germinación y

desarrollo inicial, por ser la plántula (hasta 0.05-0.07m. de altura) es susceptible a la sequía. Sin embargo, ya establecido, el aliso puede resistir cierto grado de sequía, en lugares secos, por sus fustes múltiples sirve para producir buena cantidad de biomasa y para la recuperación de suelos erosionados. (Revelo, 2007)

## **6. Silvicultura de la especie**

### **a. Regeneración por semilla**

La propagación del Aliso se lo realiza también por medio de semillas en almácigos, la germinación inicia entre 5 a 12 días. La semilla pierde pronto su poder germinativo en tal forma que en un mes sólo se obtiene entre el 7% y un 15% de germinación. (Prieto, 2004).

### **b. Regeneración por estacas**

Los mejores resultados se han obtenido utilizando estacas de 1 a 2 cm de diámetro y de 15 a 20 cm. de largo, cortados a bisel ambos extremos. Para obtener el 100% de prendimiento es indispensable que las estacas tengan raíces preformadas y 2 a 3 yemas. Este método se facilita en el Aliso blanco y permite obtener plantas de árboles selectos. (Añazco, 2004).

### **c. Capacidad de rebrote**

Según Madrigal, (2003) los árboles rebrotan en forma natural. Cabe señalar que, de la finalidad principal de la plantación es la contribución de nitrógeno al sitio, el corte de brotes cerca del árbol mata una cantidad de raicillas liberando así una gran parte de nitrógeno contenido en las mismas.

### **d. Época de plantación**

Por su exigencia de humedad, es indispensable plantar el Aliso solo hasta que las lluvias se han establecido bien. Para su plantación en sitios semisecos o terrenos poco profundos

es indispensable realizar una buena preparación del sitio. Si es necesario se debe realizar obras físicas para aumentar la filtración o retención del agua. (Oliveros, 2005).

Añazco, (2004) cita que la plantación debe realizarse cuando se ha iniciado la estación de lluvias, con ello se garantiza que haya buena humedad en el suelo. Lo ideal es hacer la plantación en días nublados o con lluvias intermitentes, ya que la alta humedad ambiental reduce el - shock de trasplante. Estas condiciones son aún más necesarias cuando se trabajan con plantas a raíz desnuda.

#### **e. Métodos de plantación**

Bermejo, & Carlson, (1995), citado por Tucanes (2011), menciona que, aunque la propagación del Aliso por estaca es posible, su prendimiento es bajo y la calidad de plantón generalmente es pobre debido al escaso desarrollo radicular.

#### **f. Tamaño de la planta**

El tamaño más recomendable dependerá de la especie y del tamaño del envase utilizado en su producción. En términos generales; las plantas de 20 a 30 cm. de altura, producidas en fundas de polietileno son adecuadas para las plantaciones agroforestales. (Oliveros, 2005)

El tamaño adecuado de las plantas para las condiciones de la Región Andina oscila entre 25 y 30 cm de altura, deben ser bien lignificadas antes de salir del vivero para asegurar el prendimiento y sobre vivencia en el lugar definitivo. (Oliveros, 2005)

#### **g. Densidad y espaciamiento**

Galloway, (2005), menciona que los espaciamientos están influenciados con el propósito y objetivo de la plantación, también por las condiciones del suelo a mayor profundidad y humedad, la distancia entre árboles deberá ser mayor y viceversa.

## **h. Reposición**

La reposición debe efectuarse en los primeros meses después de realizada la plantación, siempre y cuando exista humedad, es necesario ejecutar la reposición de los árboles muertos y deformados que no sobrepasen del 15%. (Galloway, 2005),

## **i. Protección**

1) A más de preparar el sitio y elegir la calidad de las plantas, es indispensable protegerlas en los primeros meses de haber realizado la plantación, principalmente de los daños que causan los animales (ramoneo o pisoteo), por las labores agrícolas cuando se trata de plantaciones en sistemas agroforestales y los provenientes de factores climáticos (heladas, granizadas y sequía). Protegiéndolas de las adversidades se obtendrá una plantación exitosa. (Madrigal, 2003).

## **j. Usos del aliso**

- 1) Madera empleada en ebanistería.
- 2) Con la madera se elaboran cajas de empaque.
- 3) Madera apropiada para la elaboración de lápices, palillos y fósforos.
- 4) Con la madera se hacen artesanías talladas.
- 5) Madera usada como leña.
- 6) De la corteza se producen taninos usados para curtir cuero.
- 7) Las hojas maceradas y en cataplasma se emplean para aliviar inflamaciones y golpes y para combatir el reumatismo.
- 8) Árbol pionero de rápido crecimiento, apropiado para establecer sistemas agroforestales y silvopastoriles
- 9) El árbol es fijador de nitrógeno y mejora la fertilidad del suelo.
- 10) Su corteza es usada a manera de enjuagues o gargarismos para dolores de la garganta:
- 11) Así mismo, para leña, carbón, juguetería, cabos de escobas e instrumentos musicales
- 12) En tintorería la corteza y las hojas del aliso son empleadas para teñidos de color canela; además contiene taninos, por lo que es empleada en la curtiembre de cueros. (Madrigal, 2003).

## **7. Manejo de la especie**

### **a. Labores pre-culturales**

#### 1) Preparación del terreno.

El sitio definitivo para la plantación debe prepararse con anticipación, eliminando las malas hierbas y limpiando adecuadamente. (Rondón, & Hernández, 2003)

#### 2) Trazado y hoyado.

La plantación debe seguir el sentido de las curvas a nivel, en cuadro, cada tres metros, haciendo hoyos de 30\*30\*25 cm, cuando el lote ha sido destinado a pastoreo es necesario hacer un hoyo de mayor profundidad de 40 a 50 cm, con repique en el fondo (Gómez, 2004).

### **b. Labores culturales**

#### 1) Densidad de la plantación.

La densidad inicial de siembra debe ser de 1.111 árboles por hectárea (3 x 3 m) en cuadro; algunos autores recomiendan emplear densidades de 650 árboles por ha, puesto que el rápido crecimiento del aliso permite lograr una ocupación del terreno en poco tiempo, sin tener que hacer una entresaca temprana, sin embargo, los trabajos realizados por Cenicafe muestran que una baja densidad inicial afecta significativamente la forma de los árboles y favorece las pérdidas por fracturas de fustes. (Padilla, 1995) citado por (Tucanes, 2011).

#### 2) Limpias.

Para garantizar el normal desarrollo de la plántula debe mantenerse el plato libre de malas hierbas removiéndolas con cuidado para evitar el maltrato de las raíces del árbol.

El aliso es muy susceptible a la falta de luz y su crecimiento se ve afectado por la competencia del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las etapas iniciales del crecimiento del árbol; cuando ya se encuentra establecido, el kikuyo es muy buen pasto en un sistema silvopastoril. (Gómez, 2004).

### 3) Crecimiento inicial del aliso con fertilización

La mayoría de los suelos de la región andina son deficientes en fósforo, probablemente por esta razón se ha observado la poca o a veces nula nodulación del aliso. La experiencia en el uso de fertilizantes ha comprobado que la dosis de 50 gramos de 18-46-0 aplicada en el fondo del hoyo al momento de efectuar la plantación, es la más promisoría. En Cañar, comunidad Sitincay, se ha encontrado plantaciones creciendo con esta dosis a un promedio de hasta 2.0 m/año. En Jima (Azuay) se encuentran plantaciones de aliso plantadas con la dosis antes indicada, creciendo hasta 2.5 m de altura/año. (Carlos & Viera 2002).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR DEL ESTUDIO

#### 1. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad San Alfonso de Tiocajas a 13 Km, de la cabecera cantonal de Guamote, provincia de Chimborazo, país Ecuador, en América del Sur.

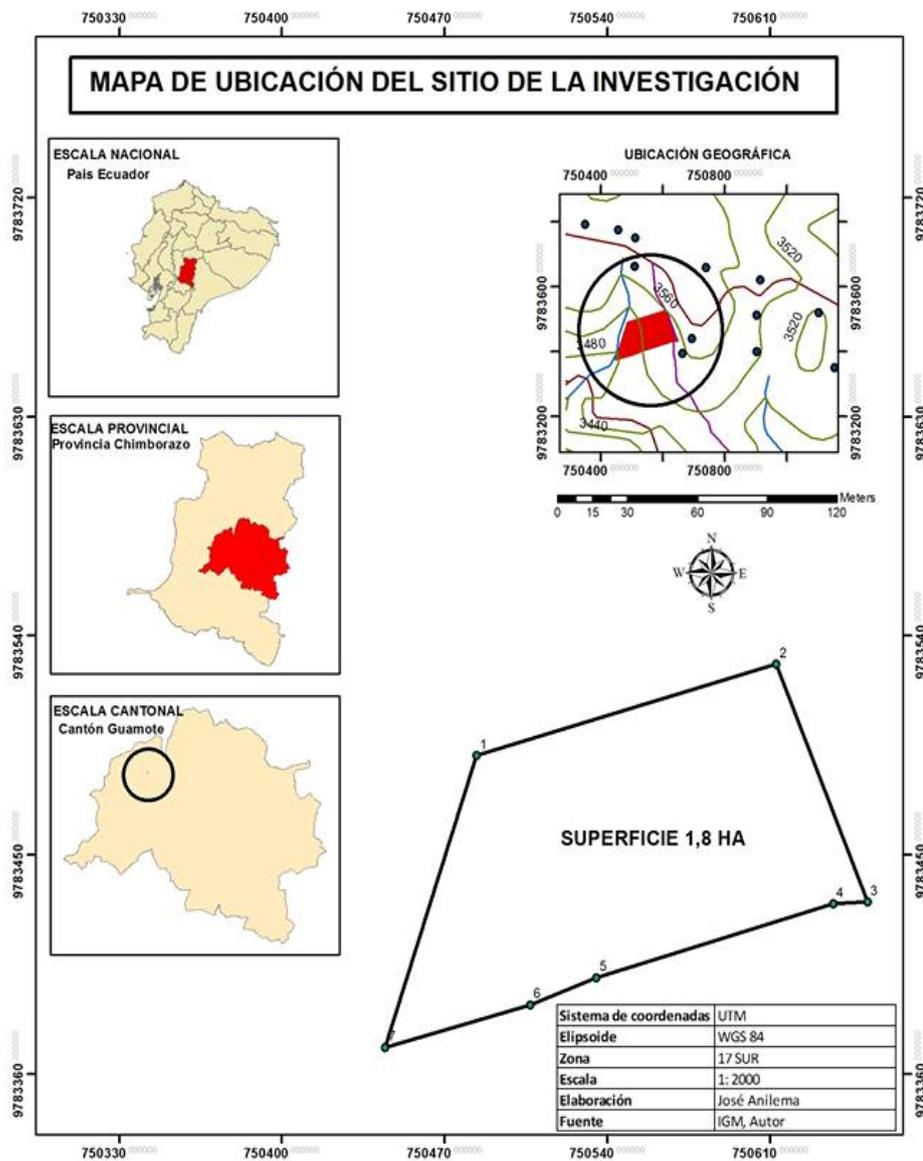


Gráfico 1. Mapa de ubicación del sitio de la investigación

## 2. Ubicación geográfica

**Cuadro 1.** Ubicación geográfica de la investigación

<b>Coordenadas geográficas</b>		
<b>DATUM WGS84, Zona 17 Sur</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Longitud	UTM	750483,6
Latitud	UTM	9783490,8
Altitud	msnm	3520 y 3800

## 3. Características climáticas

**Cuadro 2.** Datos meteorológicos de la estación meteorológica de la comunidad “Totorillas”, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

<b>Elemento</b>	<b>Rango</b>
Precipitación anual	1200 mm.
Temperatura máxima	23 °C
Temperatura mínima	0 °C
Temperatura media anual	11,5 °C
Velocidad del viento	6m/s <sup>-1</sup>
Humedad relativa	67 %
Nubosidad	4.4 hora/día

**Fuente:** Estación meteorológica comunidad “Totorillas” cantón Guamote.

#### 4. Ubicación ecológica

Bosque siempreverde montano alto, sector norte y centro de la cordillera occidental, subregión norte y centro (BsAn03), la franja de bosque en contacto con los ecosistemas de páramo. (MAE, 2013).

#### 4. Características físicas del suelo

**Cuadro 3.** Características físicas del suelo

<b>Características</b>	<b>Propiedad</b>
Origen	Volcánico
Textura	Franco arenoso
Estructura	Granular
Drenaje	Bueno
Topografía	Irregular
Pendiente	22%
Capa arable	> 0.50 cm

**Fuente:** Laboratorio de suelos (F. R. N., 2016).

#### 5. Características químicas del suelo

**Cuadro 4.** Características químicas del suelo

<b>Unidad de medida</b>	<b>%</b>	<b>mg/L</b>	<b>mg/L</b>	<b>meq/100g</b>	
<b>Identificador</b>	pH	M.O	NH4	P	K
<b>Suelo</b>	6.99 N	0.7 B	7.3 B	76.9 A	0.46 B

Alc: Alcalino; N: Neutro; A: alto; M: Medio; B: Bajo.

**Fuente:** Laboratorio de suelos (F. R. N., 2016).

## B. MATERIALES

### 1. Materiales de campo

Cinta métrica (30 m), lápiz, libreta de apuntes, etiquetas de campo, vehículo.

### 2. Materiales de oficina

Laptop, impresora, software: ArcGis 10.1, flash memory, lápiz, matrices de campo

### 3. Equipo

Calibrador pie de rey, barreno, balanza, GPS, calculadora, cámara fotográfica, celular

### 4. Herramientas

Azadón, hoyadora, pala, pico, piola

### 5. Insumos

Planta (Aliso)

Fertilizantes: (10 N – 30 P – 10 K).

## C. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos planteados de la presente investigación, se procedió a desarrollar el trabajo de la siguiente manera:

### 1. Tipo de diseño experimental

Se realizó la evaluación de los efectos del fertilizante utilizando el Diseño Experimental, (DBCA), Diseño de Bloques Completamente al Azar Bi-factorial, en arreglos de parcelas divididas con tres dosis de fertilizantes, tres frecuencias de aplicación, y tres repeticiones, es decir ( $3^3 \cdot 3 = 27$ ), unidades experimentales (UE).

### 2. Esquema de análisis de varianza

**Cuadro 5.** Análisis de varianza (ADEVA)

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Formula</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repetición	(R-1)	2
Factor A	(A-1)	2
Error	(R-1)* (A-1)	4
Factor B	(B-1)	2
A*B	(A-1)* (B-1)	4
Error	A*(B-1)*(R-1)	12
Total	(A*B*R)-1	26

### 3. Análisis funcional.

- a. Análisis de varianza (ADEVA).
- b. Se determinó el coeficiente de variación (CV) en porcentaje, para medir el grado de precisión del diseño y de la conducción del experimento.
- c. Se realizó la prueba de separación de Tukey al 5%, para la separación de medias de los tratamientos en estudio, mediante la utilización del programa estadístico INFOSTAT.

#### 4. Factores en estudio

En la presente investigación se evaluó dos factores en estudio: factor (A) dosis de fertilizante y el factor (B) frecuencia de aplicación.

##### a. **Factor A: (Dosis de fertilizante)**

**Cuadro 6.** Dosis de fertilizante

<b>Factor</b>	<b>dosis</b>	<b>Fertilizante gr/planta</b>
A1	Baja	40 gr (10 N – 30 P – 10 K)
A2	Media	60 gr (10 N – 30 P – 10 K)
A3	Alta	80 gr (10 N – 30 P – 10 K)

##### b. **Factor B: (Frecuencia de aplicación)**

**Cuadro 7.** Frecuencia de aplicación

<b>Factor</b>	<b>Frecuencia de aplicación</b>
B1	30 días
B2	60 días
B3	90 días

#### D. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

##### 1. Combinación de factor A x factor B

Al realizar la combinación tenemos 9 tratamientos que se describen a continuación:

**Cuadro 8.** Combinación de factor A x factor B

<b>N° T</b>	<b>CDG</b>	<b>DOSIS DE FERTILIZANTE</b>	<b>ÉPOCA DE APLICACIÓN</b>
		<b>(10 N – 30 P – 10 K)</b>	
1	A1 B1	40 (gr/planta)	30 días
2	A1 B2	40 (gr/planta)	60 días
3	A1 B3	40 (gr/planta)	90 días
4	A2 B1	60 (gr/planta)	30 días
5	A2 B2	60 (gr/planta)	60 días
6	A2 B3	60 (gr/planta)	90 días
7	A3 B1	80 (gr/planta)	30 días
8	A3 B2	80 (gr/planta)	60 días
9	A3 B3	80 (gr/planta)	90 días

#### E. ESPECIFICACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La investigación consta de tres dosis de fertilizantes, tres frecuencias, y tres repeticiones, es decir ( $3^3 \cdot 3 = 27$ ), unidades experimentales (UE).

##### 1. Especificaciones del campo experimental

**Cuadro 9.** Especificaciones del campo experimental

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Número total de unidades experimentales	27

## 2. Especificaciones de la investigación

**Cuadro 10.** Especificaciones de la investigación

<b>Especificaciones</b>	<b>Detalle</b>
Área total del predio	1.81 ha
Área neta de la investigación	0,097 ha
Área neta por tratamiento	0.0036 ha
N° total de plántulas de la investigación	243
N° de plántulas por tratamiento	9
N° de plántulas a evaluar por tratamiento	9

### F. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1. Distribución espacial de la investigación

La distribución de las parcelas se asignó realizando el respectivo sorteo y de acuerdo al tipo del diseño experimental utilizado.

#### 2. Labores pre-culturales

##### a. **Reconocimiento del área de estudio**

El día 15 de septiembre del 2016, se realizó el reconocimiento y toma de coordenadas con el GPS de todo el perímetro del área de estudio donde se constató que tiene una extensión de 1.81 has, ubicado en la comunidad Tiocajas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo.

##### b. **Establecimiento de las parcelas en campo**

En la investigación se estableció 27 parcelas cada una de 0.0036 has, (ver anexo 1).

**c. Toma de muestra del suelo**

Mediante la utilización de un barreno se realizó la toma de sub muestra dentro del área asignada, de forma aleatoria a profundidad radicular de 25 cm, el mismo que fue homogenizado y realizado el respectivo análisis químico en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales - ESPOCH.

**d. Preparación del suelo**

Se efectuó manualmente con la utilización de azadones, donde se removió y elimino los restos de cosecha anterior logrando obtener una capa suelta de suelo, a una profundidad de 25 cm.

**e. Trazado de parcelas**

Esta actividad se realizó mediante la utilización de una cinta métrica, estacas, piolas, cuya plantación tiene un distanciamiento de 3\*3 m. (en cuadro).

**f. Hoyado**

Haciendo uso de una hoyadora se elaboró 243 hoyos cada uno de 40\*40\*40 cm (largo, ancho y profundidad).

**3. Labores culturales****a. Establecimiento de la plantación de *A. acuminata* Kunth.**

El trasplante se llevó acabo el día 5 de marzo del 2017, aprovechando la temporada de invierno para reducir el estrés de la planta, para lo cual se ubicó en forma vertical en el hoyo dando una breve compactación con el fin de liberar el oxígeno y asegurando a la vez la firmeza de la planta.

Las plantas de aliso se adquirieron del vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales -ESPOCH, con una altura inicial entre 60, y 68, cm.

#### **b. Elaboración de coronas**

Labor que se llevó a cabo luego de establecer la plantación con un radio de 50 cm, alrededor del tallo, viendo su importancia en lo manifestado por López, (2006), quién indica que para garantizar el normal desarrollo de la plántula debe ser construido las coronas, y mantenerse el área interna libre de malas hierbas, removiéndolas con cuidado para evitar el maltrato de las raíces.

#### **c. Deshierbes**

Esta actividad se efectuó antes de incorporar el fertilizante, es decir cada treinta días por un lapso de 120 días tiempo que duro la investigación.

#### **d. Riego**

Debido a las condiciones climáticas favorables esta labor no fue necesario realizar.

#### **e. Aplicación del fertilizante**

La fertilización utilizada durante la investigación se calculó de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de suelo efectuados por el departamento de suelos de la Facultad de Recursos Naturales-ESPOCH, considerando en 80g de fertilizante (10 N – 30 P – 10 K), dosis alta, 60g de fertilizante (10 N – 30 P – 10 K) dosis media y 40g de fertilizante (10 N – 30 P – 10 K), dosis baja, mismo que fue de mucha importancia en el crecimiento y desarrollo de *A. acuminata* Kunth.

##### 1) Primera fertilización

A los 30 días después de realizar la plantación se procedió a fertilizar las plantas de los tratamientos A1B1, A2B1 y A3B1, con sus respectivas repeticiones en dosis de 40, 60 y 80 gramos/planta, frecuencia de aplicación a 30 días.

Para lo cual se elaboró surcos con un radio de 15 cm, alrededor del tallo y una profundidad de 5 cm, donde se incorporó el fertilizante.

#### 1) Segunda fertilización

A los 60 días de haber realizado la plantación se procedió a fertilizar las plantas de los tratamientos: A1B2, A1B2 y A1B2, con sus respectivas repeticiones en dosis de 40, 60 y 80 gramos/planta, frecuencia de aplicación a 60 días.

#### 2) Tercera fertilización

La tercera aplicación se realizó a los 90 días de haber realizado la plantación a las parcelas de los tratamientos A1B3, A2B3 y A3B3 con sus respectivas repeticiones en dosis de 40, 60 y 80 gramos/planta, frecuencia de aplicación a 90 días.

Para las tres fertilizaciones se elaboró surcos en forma circular con un radio de 15 cm, alrededor del tallo, a una profundidad de 5 cm, donde se incorporó el fertilizante.

### G. METODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR.

#### 1. Variables dasométricas

##### a. **Altura de la planta**

Con la utilización de un flexómetro expresado en (cm), se procedió a medir desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, para lo cual se registró una medida inicial a los 30 días posteriormente a los 60, 90 y 120 días de ser aplicado el fertilizante.

**b. Diámetro basal de la planta**

Se midió el diámetro basal de las plantas utilizando el calibrador o pie de rey expresado en (mm), con un registro de dato inicial a los 30, posteriormente a los 60, 90 y 120 días, después de incorporar el fertilizante.

**2. Calidad de la planta****a. Número de brotes**

Mediante el método de observación directa se contabilizó planta por planta a lo largo del tallo y ramas laterales el origen de los brotes, iniciando a los 30 días posteriormente a los 60, 90 y 120 días de ser incorporado el fertilizante.

**b. Número de hojas**

Se marcó con pintura aquellas hojas que ya se originaron, a partir de lo cual empleando el método de observación directa se contabilizó planta por planta en todas las parcelas cada hoja verdadera que se originó luego de ser aplicado el fertilizante a los 30, 60, 90 y 120 días.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### A. ALTURA DE PLANTAS

#### 1. Altura de plantas a los 30 días de incorporar el fertilizante (10 N – 30 P – 10 K).

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para la altura de las plantas de aliso (*Alnus acuminata* Kunth), a los 30 días de incorporar el fertilizante (10 N – 30 P – 10 K).

F.Var	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Repetición	2,09	2	1,05	0,05	0,9531	Ns
Dosis	47,81	2	23,91	1,1	0,3633	Ns
Repetición * Dosis	307,32	4	76,83	3,55	0,0394	
Frecuencia	45,31	2	22,65	1,05	0,3815	Ns
Dosis * Frecuencia	23,68	4	5,92	0,27	0,8896	Ns
Error	260,06	12	21,67			
Total	686,28	26				
C.V. % A	13,47					
C.V.% B	7,15					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El análisis de varianza para la altura de las plantas a los 30 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencias significativas para ninguno de los factores (ver cuadro 11)

El coeficiente de variación para el Factor A 13,47% y Factor B 7,15%

## 2. Altura de plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para la altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	1,07	2	0,54	0,03	0,9741	Ns
Dosis	166,65	2	83,33	4,08	0,5444	Ns
Repetición * Dosis	235,58	4	58,9	2,89	0,6691	
Frecuencia	161,9	2	80,95	3,97	0,5476	Ns
Dosis * Frecuencia	9,22	4	2,31	0,11	0,9755	Ns
Error	244,88	12	20,41			
Total	819,32	26				
C.V. % A	11,05					
C.V.% B	6,51					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El análisis de varianza para la altura de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa para ninguno de los factores (ver cuadro 12)

## 3. Altura de plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para la altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	9,48	2	4,74	0,24	0,791	Ns
Dosis	200,41	2	100,2	5,05	0,0256	*
Repetición * Dosis	179,46	4	44,86	2,26	0,1229	
Frecuencia	324,77	2	162,38	8,19	0,0057	**
Dosis * Frecuencia	1,44	4	0,36	0,02	0,9993	Ns
Error	237,97	12	19,83			
Total	953,53	26	953,53			
C.V. % A	9,08					
C.V.% B	6,04					

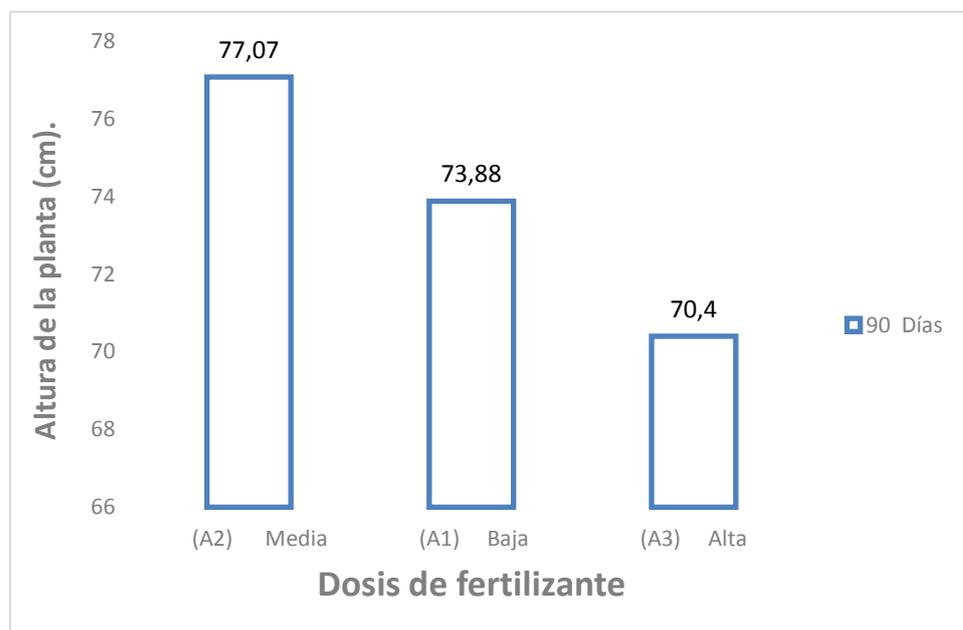
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 13) para la altura de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, para la interacción (dosis x frecuencia), mientras que para dosis factor (A) hay significancia y para frecuencia factor (B), es altamente significativo.

El coeficiente de variación para el factor A 9,08% y el factor B 6,04%

**Cuadro 14.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en altura en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante

DOSIS	MEDIAS	RANGO
(A2) Media	77,07	a
(A1) Baja	73,88	ab
(A3) Alta	70,4	b



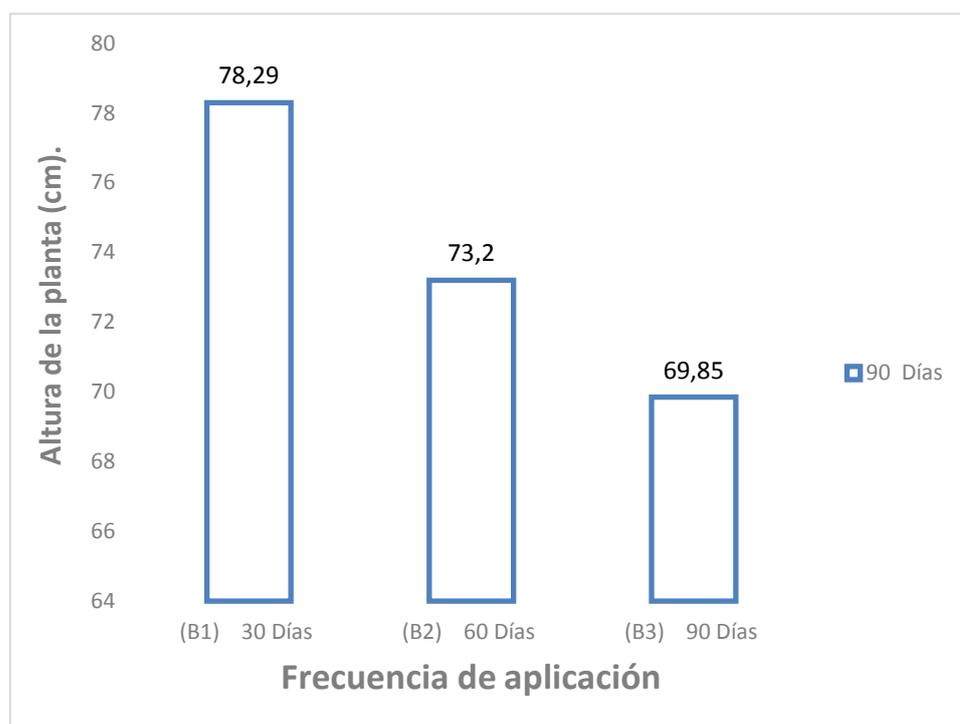
**Gráfico 2.** Altura de la planta a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para las alturas de las plantas a los 90 días después de la fertilización, según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 14).

En el rango “a” se ubica (A2) 60g de (10N – 30P – 10K), con una media de 77,07 cm, mientras que en el rango “b” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 70,4 cm.

**Cuadro 15.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de altura en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	78,29	a
(B2) 60 días	73,2	ab
(B3) 90 días	69,85	b



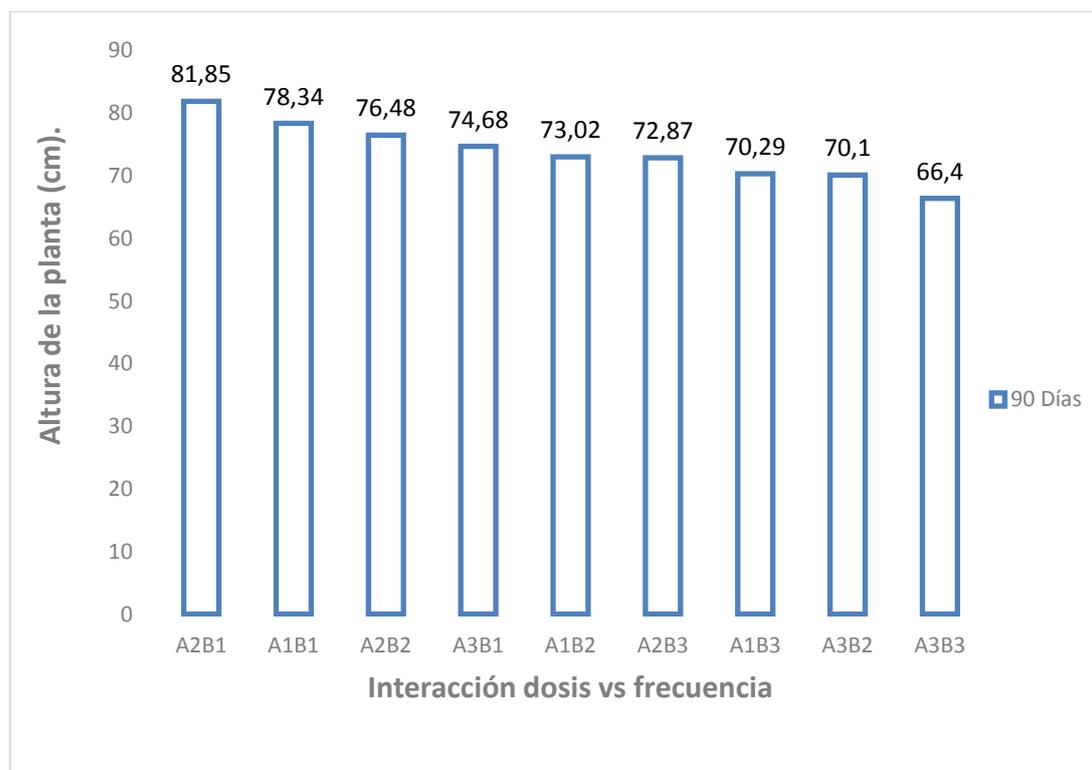
**Gráfico 3.** Altura de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para las alturas de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta tres rangos (cuadro 15).

En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 78,29 cm, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 69,85 cm

**Cuadro 16.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencia) de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A2B1	81,85	a
A2B2	78,34	a b
A1B1	76,48	a b
A3B1	74,68	a b
A1B2	73,02	a b
A2B3	72,87	a b
A1B3	70,29	a b
A3B2	70,1	a b
A3B3	66,4	b



**Gráfico 4.** Altura de las plantas a 90 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la altura de las plantas a los 90 de incorporar el fertilizante según la interacción (dosis x frecuencia) presenta tres rangos (cuadro 16). En el rango “a” se ubica con la media más alta 81,85 cm, el tratamiento (A2B1), mientras que en el rango “b” se ubica el tratamiento (A3B3), con la media más baja 66,4 cm.

#### 4. Altura de plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para la altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	35,91	2	17,96	0,75	0,4933	Ns
Dosis	228,71	2	114,35	4,78	0,0298	*
Repetición * Dosis	114,9	4	28,72	1,2	0,3606	
Frecuencia	349,56	2	174,78	7,3	0,0084	**
Dosis * Frecuencia	35,22	4	8,81	0,37	0,8271	Ns
Error	287,35	12	23,95			
Total	1051,65	26				
C.V. % A	6,89					
C.V.% B	6,29					

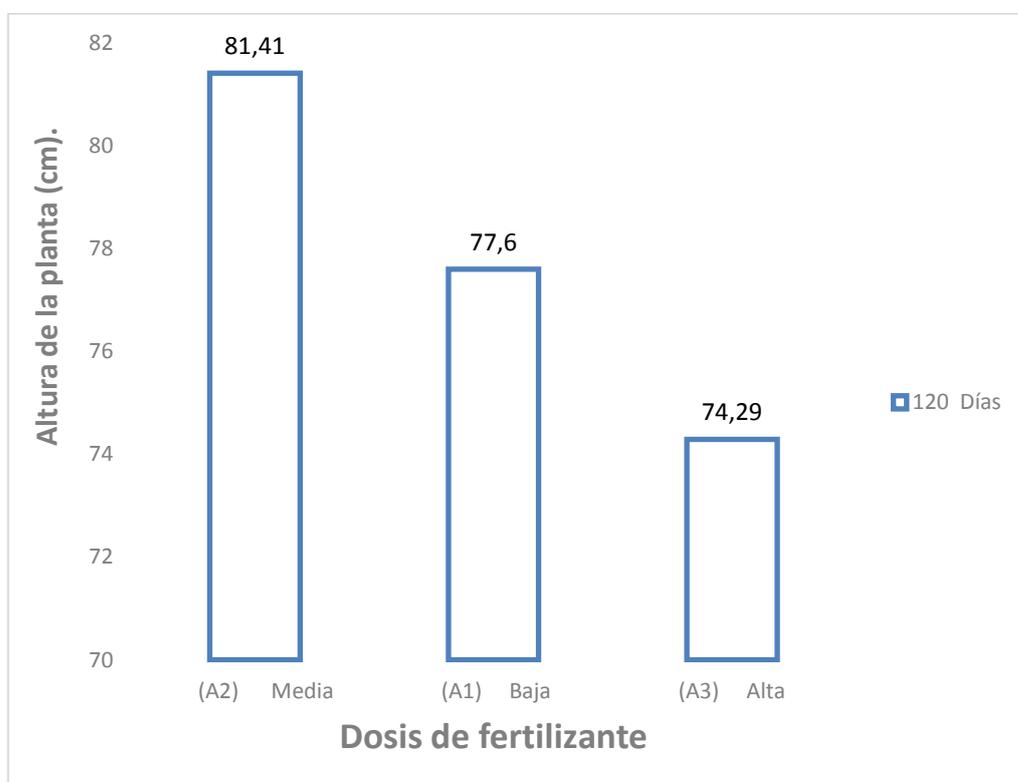
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 17) para la altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, de igual forma para la interacción (dosis x frecuencia), mientras que para dosis factor (A) existe significancia y para frecuencia factor (B), es altamente significativo.

El coeficiente de variación para el factor A 6,89% y el factor B 6,29%

**Cuadro 18.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en altura en plantas de *A. acuminata* Kunth, los 120 días de incorporar el fertilizante.

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A2)	Media	81,41	a
(A1)	Baja	77,6	ab
(A3)	Alta	74,29	b

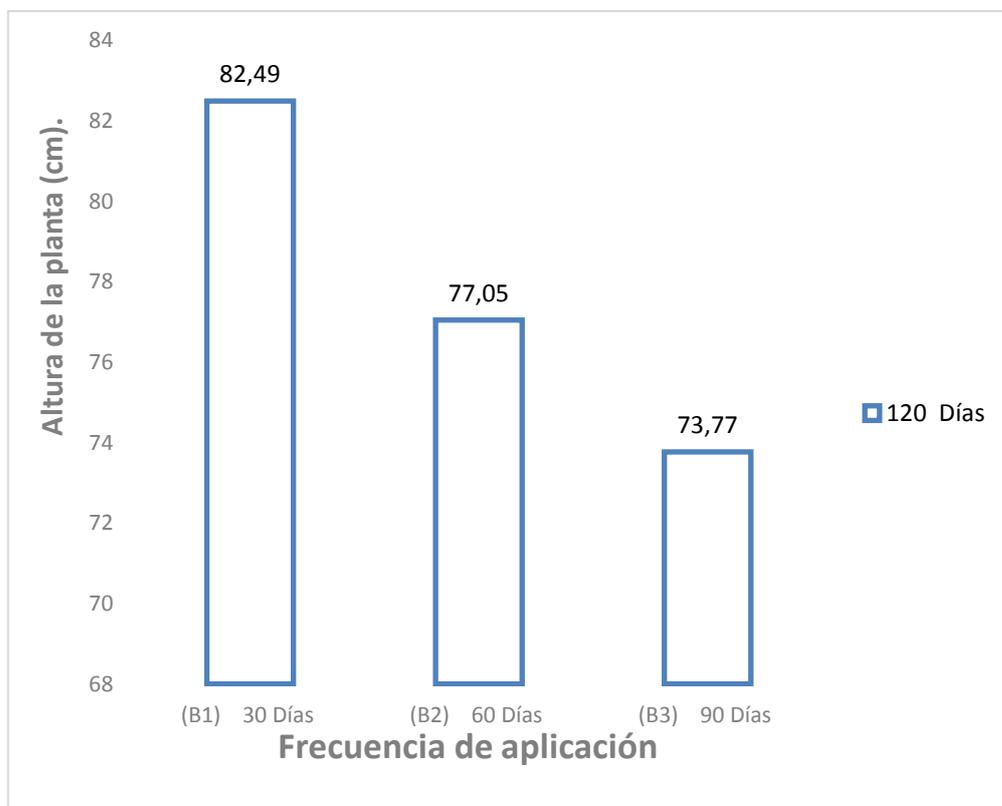


**Gráfico 5.** Altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 18). En el rango “a” se ubica (A2) 60g de (10N – 30P – 10K), con una media de 81,41cm, mientras que en el rango “b” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 74,29 cm.

**Cuadro 19.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de altura en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	82,49	a
(B2) 60 días	77,05	ab
(B3) 90 días	73,77	b

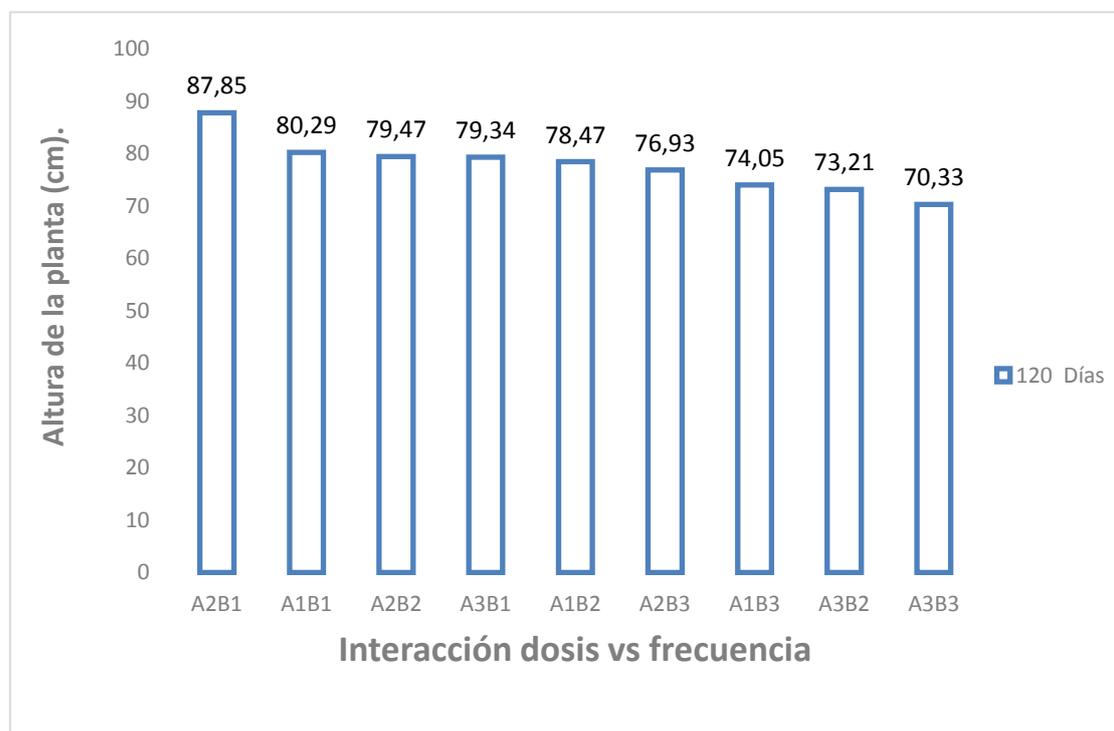


**Gráfico 6.** Altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para las alturas de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta tres rangos (cuadro 19). En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 82,49 cm, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 73,77 cm.

**Cuadro 20.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencia) en altura, en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A2B1	87,85	a
A1B1	80,29	a b
A2B2	79,47	a b
A3B1	79,34	a b
A1B2	78,47	a b
A2B3	76,93	a b
A1B3	74,05	a b
A3B2	73,21	a b
A3B3	70,33	b



**Gráfico 7.** Altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para la altura de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según la (interacción dosis x frecuencia) presenta tres rangos (cuadro 20). En el rango “a” se ubica con la media más alta 87,85cm, el tratamiento

(A2B1), mientras que en el rango “b” se ubica el tratamiento (A3B3) con la media más baja 70,33 cm.

En la comunidad de Tiocajas, cantón Guamote provincia de Chimborazo al finalizar esta investigación el tratamiento (A2B1), 60 g de (10N – 30P – 10K)/planta frecuencia de aplicación 30 días, se tiene una altura promedio total de 87,85 cm, con un incremento total durante el período de evaluación de 19,80 cm, lo que se estima que en un año tendrá una altura de 127,45 cm, aproximadamente con un incremento de 59.4 cm, superior a los incrementos registrado por (Armas, R. 1991) hasta los 12 meses 42.43 cm, (112.21 cm, altura total), ubicado en la provincia de Carchi, bajo las condiciones edafoclimáticas: Precipitación: 1378.1 mm, °T: 11.9°C, un suelo franco arenoso, de acuerdo a Holdridge, el área corresponde al bosque húmedo Montano Bajo (b. h. MB), A 2856 msnm, e inferior a lo obtenido por (Revelo, V. 2007) a los 8 meses un incremento de 60 cm, (134 cm, altura total), ubicado en el cantón Ibarra; cuyas características edafoclimáticas. Precipitación: 609,6mm/año. °T: 17.4 °C, los suelos son franco arcilloso y arcilloso limoso. De acuerdo a Holdridge, el área corresponde a la zona “Bosque seco montano bajo” (bs-MB). A 2460 msnm,

El tratamiento (A2B1), con un incremento en altura de (19,80 cm), está dentro del rango alcanzado en las investigaciones citadas, si bien es cierto el (10 N – 30 P – 10 K) al ser un fertilizante compuesto con mayor porcentaje de fósforo en su formulación, incorporado en las etapas iniciales se tiene un mejor resultado como lo menciona (Toro, 2005), la primera oportunidad de fertilizar una plantación forestal es durante la fase de establecimiento, destinada básicamente a apoyar el crecimiento inicial. Núñez, (2015), manifiesta que el crecimiento ocurre cuando se forman nuevas células y tejidos mediante división celular, concordando con Thomazelli, (2000), quién menciona que el fósforo desempeña un papel fundamental en la división celular, siendo importante para el crecimiento de la parte aérea y radicular de las plantas,

Debido a que (10N – 30P – 10K), es un fertilizante de origen granular lo cual lleva varios días para su disolución y ser asimilado por la planta, no se obtuvo aun resultados significativos a los 60 días de realizar la plantación, comprobando a si lo citado por (Pérez

Bowen, 2010), en general para el fertilizante (10N – 30P – 10K), las sustancias activas están retenidas en gránulos duros no solubles, pero que permiten al sistema radicular de la planta extraerlas de ahí, con lo que su acción es más lenta pero duradera “entrega-controlada”.

## B. DIÁMETRO BASAL DEL TALLO

### 1. Diámetro basal a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 21.** Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	0,49	2	0,24	1,48	0,2665	Ns
Dosis	0,66	2	0,33	1,99	0,1789	Ns
Repetición * Dosis	0,6	4	0,15	0,92	0,4862	
Frecuencia	0,08	2	0,04	0,26	0,7783	Ns
Dosis * Frecuencia	0,74	4	0,19	1,13	0,3886	Ns
Error	1,98	12	0,16			
Total	4,56	26				
C.V. % A	6,25					
C.V.% B	7,23					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas a los 30 días no presenta diferencias significativas para ninguno de los factores (ver cuadro 21)

El coeficiente de variación para el factor A 6,25% y el factor B 7,23%

## 2. Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 22.** Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	0,23	2	0,11	1,12	0,3586	Ns
Dosis	1,1	2	0,55	5,38	0,0215	*
Repetición * Dosis	0,38	4	0,09	0,93	0,4803	
Frecuencia	1,49	2	0,74	7,29	0,0085	**
Dosis * Frecuencia	1,56	4	0,39	3,82	0,0317	*
Error	1,22	12	0,1			
Total	5,98	26				
C.V. % A	4,48					
C.V.% B	4,65					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

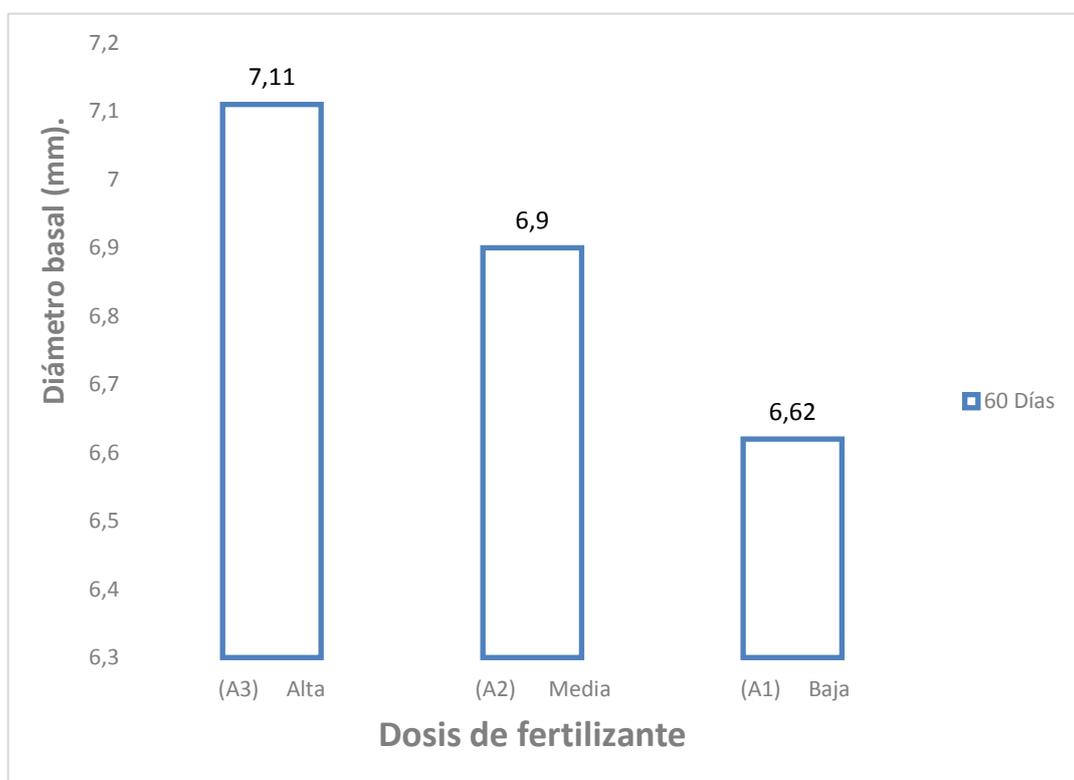
El Análisis de varianza (Cuadro 22) para el diámetro basal de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que para dosis factor (A), de la misma forma para la interacción (dosis x frecuencia), existe significancia y para frecuencia factor (B), es altamente significativo.

Por lo que se procede a realizar la separación de medias Tukey 5%.

El coeficiente de variación para el factor A 4,48% y el factor B 4,65%

**Cuadro 23.** Separación de medias de Tukey al 5% para la dosis del fertilizante en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorpora el fertilizante

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	7,11	a
(A2)	Media	6,9	ab
(A1)	Baja	6,62	b

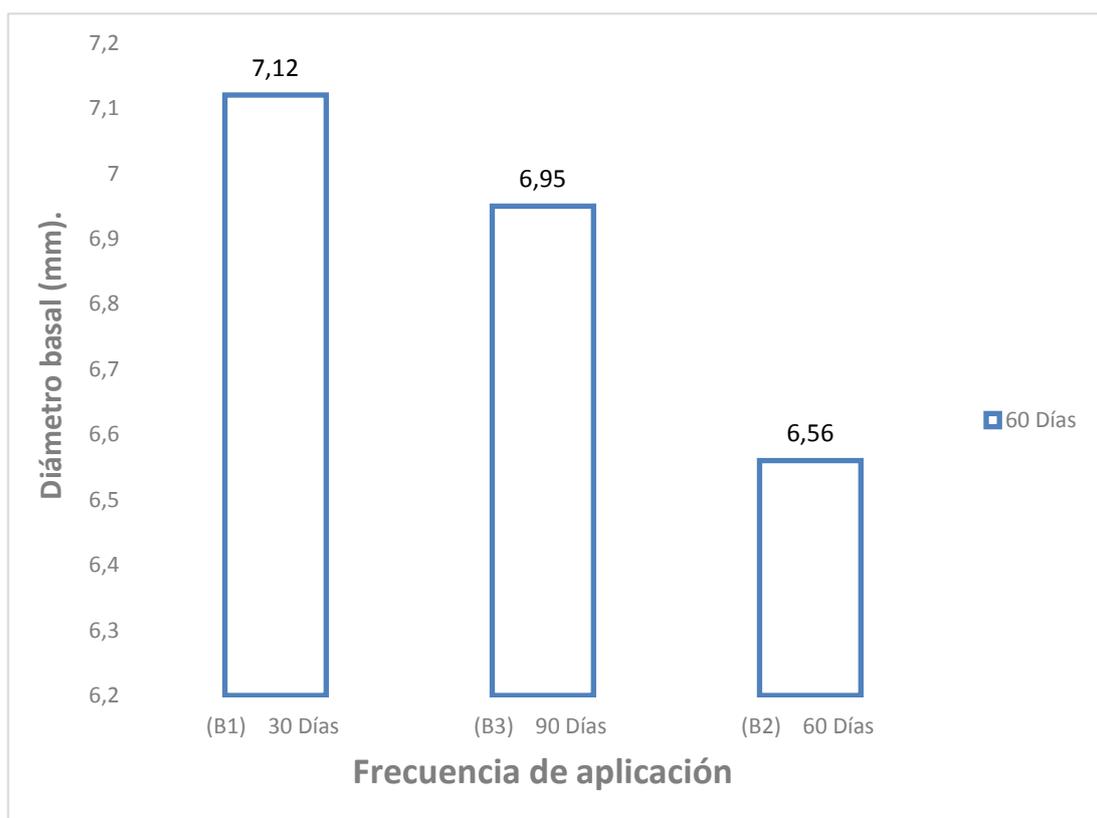


**Gráfico 8.** Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 23). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 7,11 mm, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 6,62 mm.

**Cuadro 24.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	7,12	a
(B2) 60 días	6,95	ab
(B3) 90 días	6,56	b

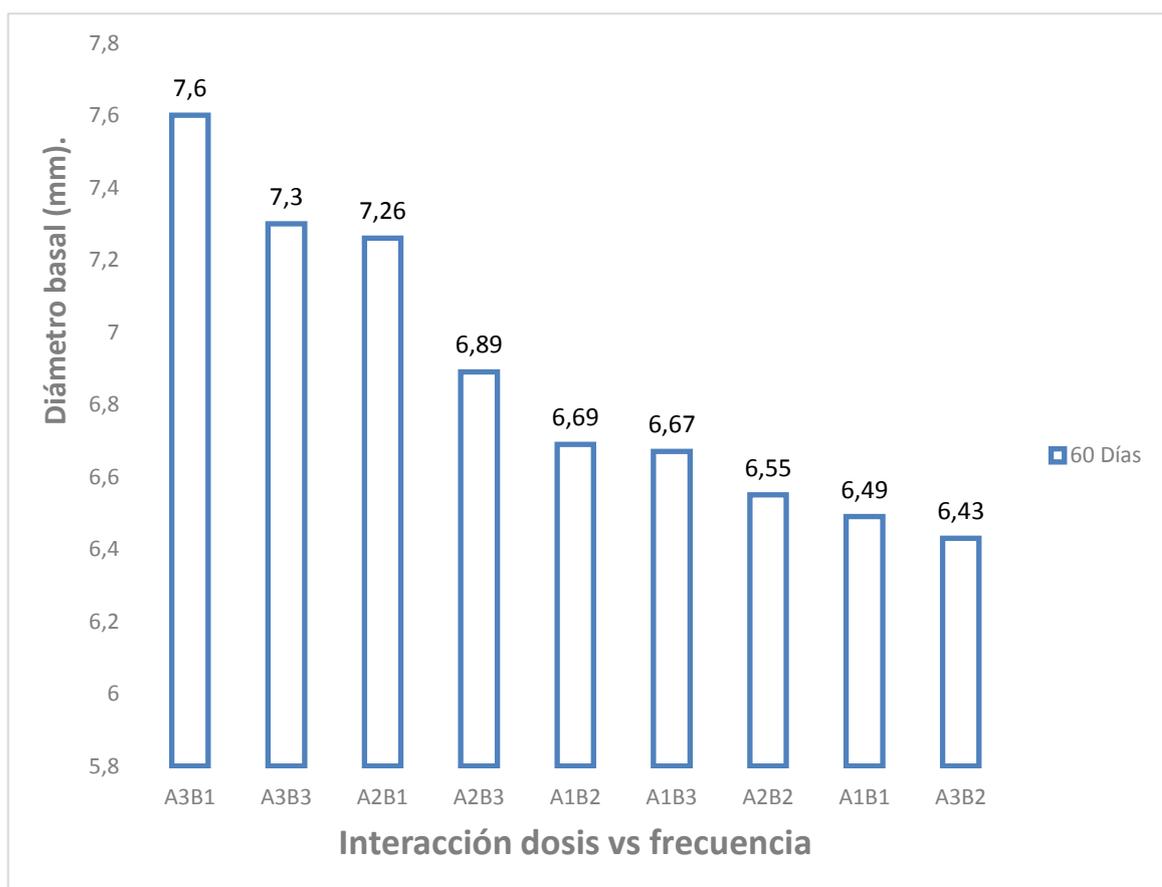


**Gráfico 9.** Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta tres rangos (cuadro 24). En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 7,12 mm, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 6,56 mm.

**Cuadro 25.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B1	7,6	a
A3B3	7,3	a b
A2B1	7,26	a b
A2B3	6,89	a b
A1B2	6,69	a b
A1B3	6,67	a b
A2B2	6,55	b
A1B1	6,49	b
A3B2	6,43	b



**Gráfico 10.** Diámetro basal a los 60 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para en diámetro basal de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta tres rangos (cuadro 25). En el rango “a” se ubica con la media más alta 7,6 mm, el tratamiento (A3B1), mientras que en el rango “b” se ubica con la media más baja 6,43 mm, el tratamiento (A3B2).

### 3. Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 26.** Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

F.Var	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Repetición	0,27	2	0,14	1,05	0,3811	Ns
Dosis	2	2	1	7,67	0,0072	**
Repetición * Dosis	1,91	4	0,48	3,65	0,0362	
Frecuencia	0,93	2	0,47	3,56	0,0611	Ns
Dosis * Frecuencia	1,76	4	0,44	3,36	0,0458	*
Error	1,57	12	0,13			
Total	8,44	26				
C.V. % A	8,39					
C.V.% B	4,38					

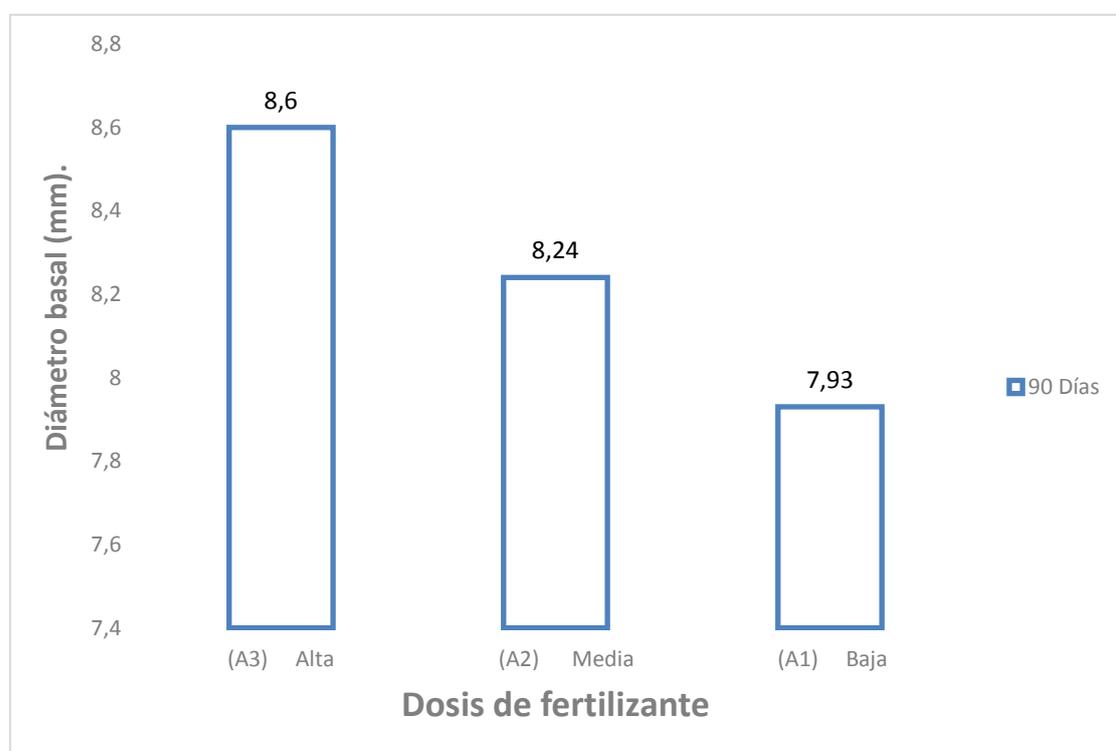
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 26) para el diámetro basal de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repetición, en el factor (B) frecuencia, mientras que para la interacción (dosis x frecuencia), existe significancia y para el factor (A) dosis es altamente significativo.

El coeficiente de variación para el factor A 8,39% y el factor B 4,38%

**Cuadro 27.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	8,6	a
(A2)	Media	8,24	ab
(A1)	Baja	7,93	b

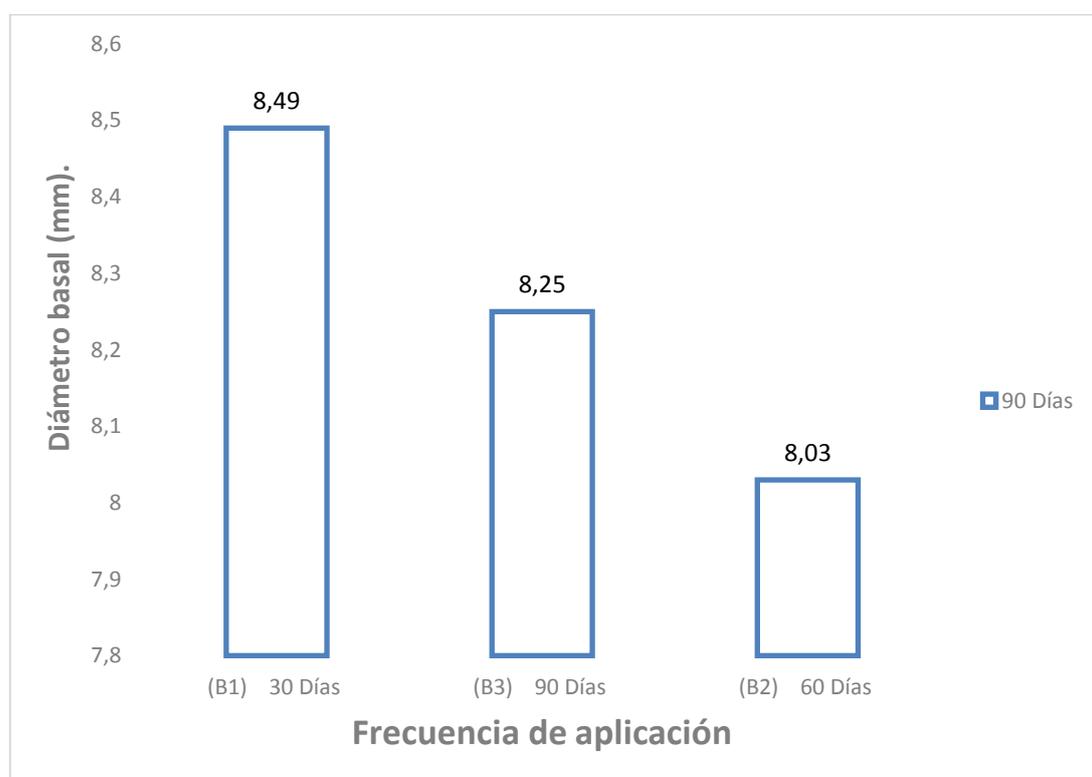


**Gráfico 11.** Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 27). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 8,6 mm, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 7,93 mm.

**Cuadro 28.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	8,49	a
(B3) 90 días	8,25	a
(B2) 60 días	8,03	a

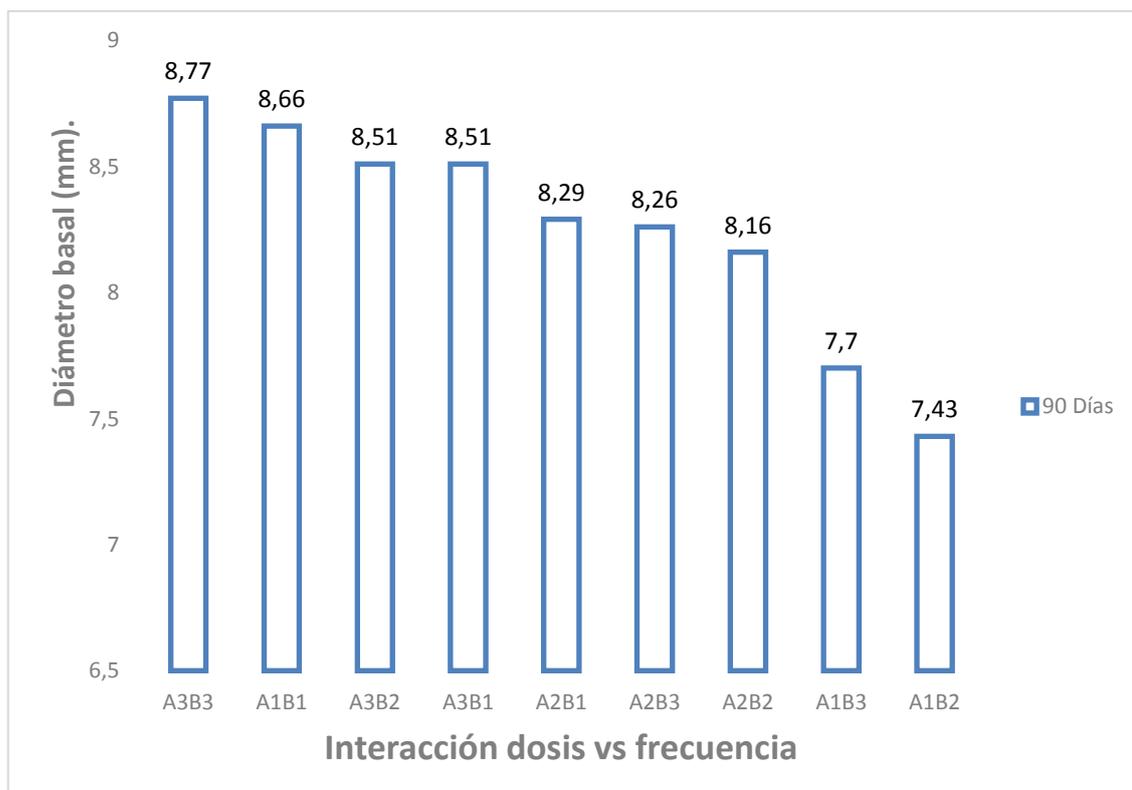


**Gráfico 12.** Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación, (cuadro 28). El factor (B1) 30 días de aplicación prevalece de manera independiente presentando un solo rango de significancia “a” siendo la mejor frecuencia de aplicación 30 días, con una media 8,49 mm, con lo cual se aprecia un incremento superior en el diámetro basal

**Cuadro 29.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B3	8,77	a
A1B1	8,66	a
A3B2	8,51	a b
A3B1	8,51	a b
A2B1	8,29	a b
A2B3	8,26	a b
A2B2	8,16	a b
A1B3	7,7	a b
A1B2	7,43	b



**Gráfico 13.** Diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 90 días de incorporar el fertilizante según la interacción (dosis x frecuencia) presenta tres rangos (cuadro 29). En el rango “a” se ubica con la media más alta 8,77 mm, el tratamiento (A3B3), mientras que con la media más baja 7,43 mm, rango “b” se ubica el tratamiento (A1B2).

#### 4. Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 30.** Análisis de varianza para el diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	0,04	2	0,02	0,06	0,9447	Ns
Dosis	4,41	2	2,21	5,85	0,0168	*
Repetición * Dosis	3,8	4	0,95	2,52	0,0962	
Frecuencia	3,55	2	1,78	4,71	0,0309	*
Dosis * Frecuencia	3,05	4	0,76	2,02	0,1551	Ns
Error	4,52	12	0,38			
Total	19,38	26				
C.V. % A	9,98					
C.V.% B	6,3					

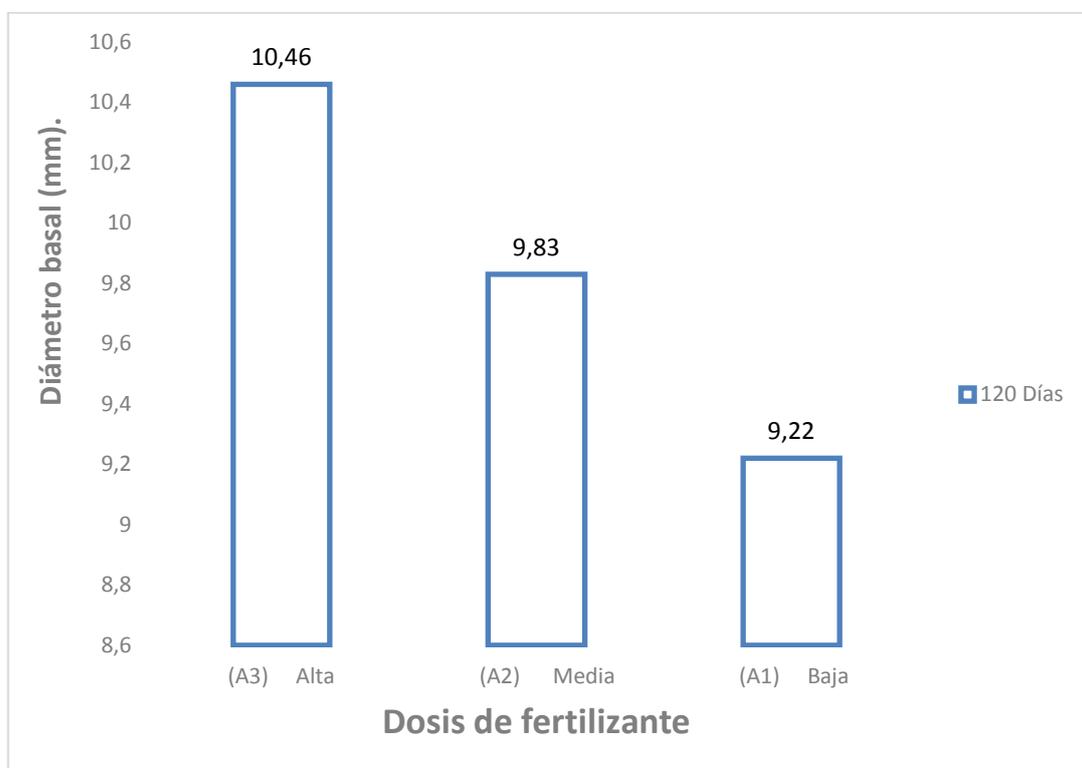
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 30) para el diámetro basal de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones de igual forma para la interacción (dosis x frecuencia), mientras que para el factor (A) dosis, y el factor (B) frecuencia existe significancia.

El coeficiente de variación para el factor A 9,98% y el factor B 6,3%

**Cuadro 31.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante.

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	10,46	a
(A2)	Media	9,83	ab
(A1)	Baja	9,22	b

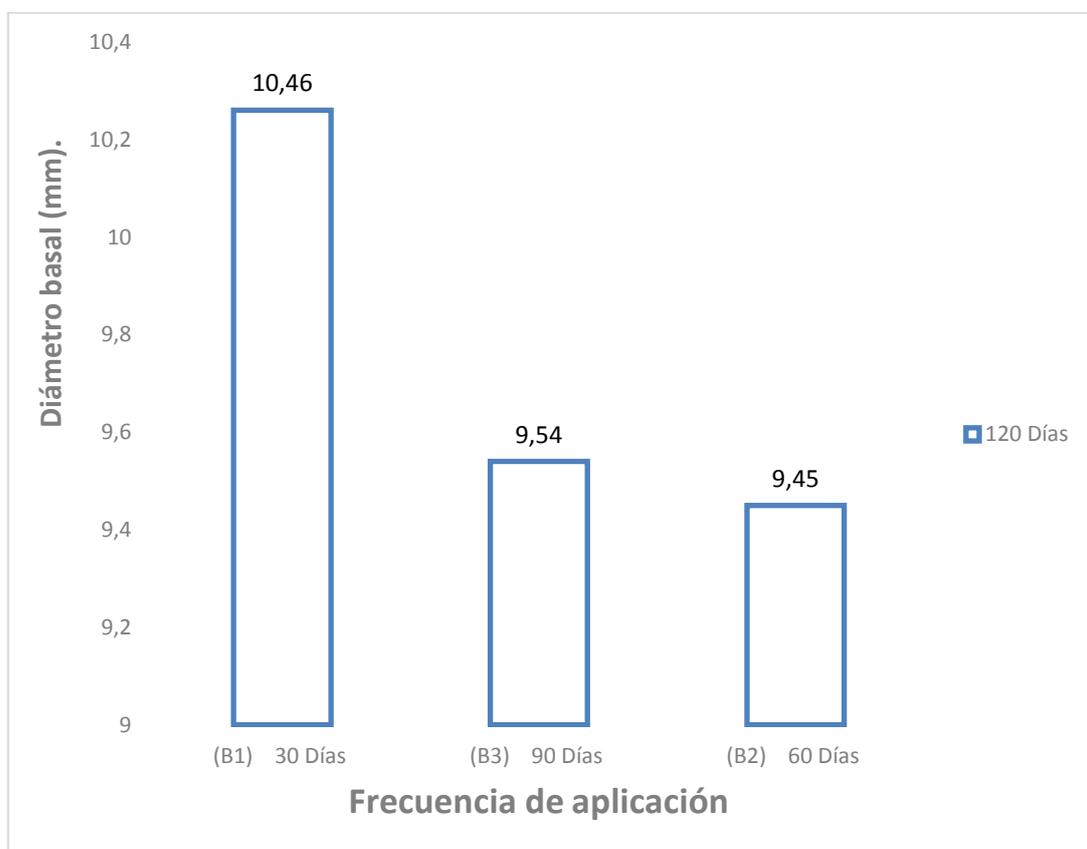


**Gráfico 14.** Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 31). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 10,46 mm, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 9,22 mm.

**Cuadro 32.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	10,46	a
(B3) 90 días	9,54	a
(B2) 60 días	9,45	a

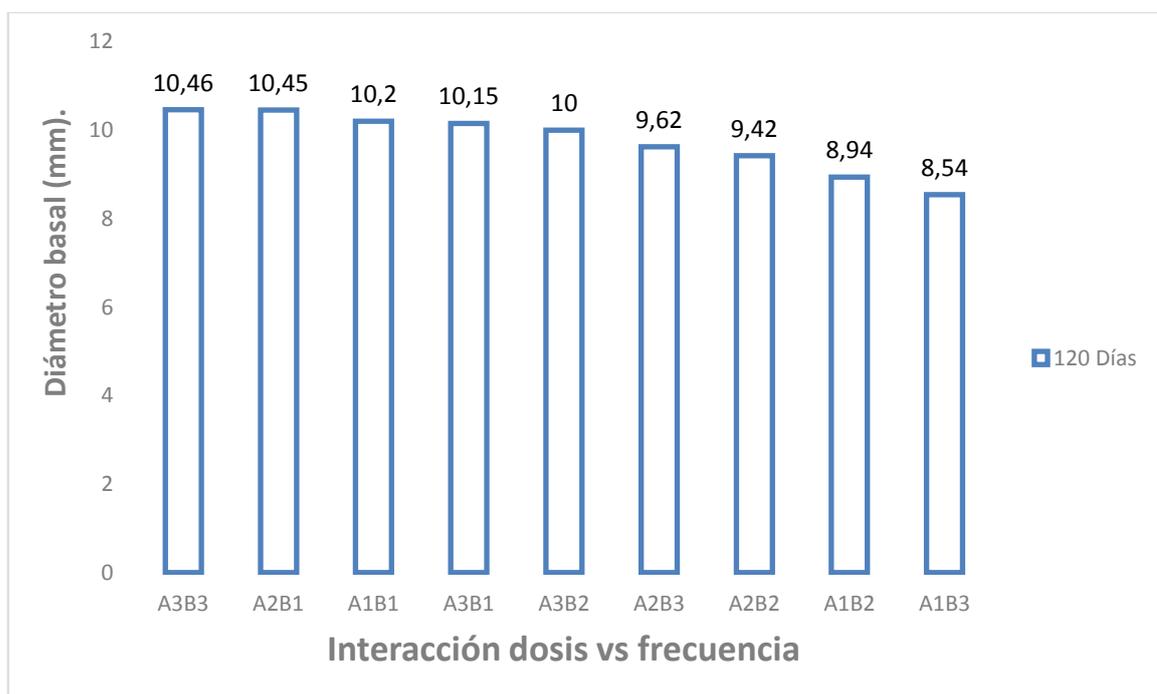


**Gráfico 15.** Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta tres rangos (cuadro 32). En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 10,46 mm, mientras que en el rango “b” se ubica (B2) 60 días, con una media de 9,45 mm.

**Cuadro 33.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el diámetro basal en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B3	10,46	a
A2B1	10,45	a
A1B1	10,2	a b
A3B1	10,15	a b
A3B2	10	a b
A2B3	9,62	a b
A2B2	9,42	a b
A1B2	8,94	a b
A1B3	8,54	b



**Gráfico 16.** Diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el diámetro basal a los 120 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta tres rangos (cuadro 33).

En el rango “a” se ubica con la media más alta 10,46 mm, el tratamiento (A3B3), mientras que en el rango “b” con la media más baja 8,54 mm, se ubica el tratamiento (A1B3).

Los resultados obtenidos en cuanto al diámetro basal evaluados al finalizar esta investigación el tratamiento (A3B1) 80g/planta a 30 días de ser incorporado el fertilizante presenta la media más alta de 10.46 mm, con un incremento durante el período de evaluación de 5,03 mm, lo que se estima que en un año el diámetro basal será de 20,52 mm, aproximadamente con un incremento de 15,09 mm, inferior a los incrementos registrados Revelo, V. (2007) a los 8 meses 17.18 mm, (24.19 mm, de diámetro basal); ubicado en el cantón Ibarra; cuyas características edafoclimáticas. Precipitación: 609,6mm/año. °T: Promedio 17.4 °C, los suelos son franco arcilloso y arcilloso limoso. De acuerdo a Holdridge, el área corresponde a la zona “Bosque seco montano bajo” (bs-MB). A 2460 msnm, y superior al obtenido por Armas, R (1991) hasta los 12 meses de 15.2mm (24.4 mm de diámetro basal), ubicado en la provincia de Carchi, bajo las condiciones edafoclimáticas: Precipitación: 1378.1 mm, °T: 11.9°C, un suelo franco arenosos, de acuerdo a de acuerdo a Holdridge, el área corresponde bosque húmedo Montano Bajo (b. h. MB), A 2856 msnm.

El tratamiento (A3B1) con valor de (15,09 mm), incremento que está a nivel de lo alcanzado en las investigaciones citadas, si bien es cierto el aporte del fertilizante compuesto (10N – 30P – 10K) tiene un mayor porcentaje de fósforo al ser incorporado en las etapas iniciales se tiene un mejor resultado como lo menciona Serrano, (2010); El fósforo junto con el potasio tienen una gran influencia en las primeras fases de crecimiento de las plantas, concediendo con (Yamada, 2004) quién indica que el fósforo es la base de la respiración y por tanto de la producción de energía ATP siendo necesario para la fotosíntesis y el metabolismo de carbohidratos, lo que concuerda con (Birge, 2006), quién menciona que la función principal del fósforo es promover el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta, sin embargo Ramírez, (2004), señala que el nitrógeno favorece al desarrollo foliar, logrando aumentar la superficie de fotosíntesis, de esta manera influye en el rendimiento en diámetro basal y altura de la planta.

## C. NÚMERO DE BROTES

1. **Número de brotes a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N– 30P – 10K).**

**Cuadro 34.** Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	0,01	2	0,01	0,03	0,9725	Ns
Dosis	0,42	2	0,21	0,91	0,4285	Ns
Repetición * Dosis	2,08	4	0,52	2,28	0,1213	
Frecuencia	0,54	2	0,27	1,17	0,3433	Ns
Dosis * Frecuencia	0,05	4	0,01	0,06	0,9932	Ns
Error	2,75	12	0,23			
Total	5,85	26				
C.V. % A	21,26					
C.V.% B	14,08					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El análisis de varianza para el número de brotes de las plantas a los 30 días no presenta diferencias significativas para ninguno de los factores (ver cuadro 34)

El coeficiente de variación para el factor A 21,26% y el factor B 14,08%

## 2. Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 35.** Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	15,38	2	7,69	1,14	0,3517	Ns
Dosis	56,99	2	28,49	4,23	0,0407	*
Repetición * Dosis	20,18	4	5,05	0,75	0,5774	
Frecuencia	129,7	2	64,85	9,62	0,0032	**
Dosis * Frecuencia	41,68	4	10,42	1,55	0,251	Ns
Error	80,86	12	6,74			
Total	344,79	26				
C.V. % A	14,64					
C.V.% B	16,81					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

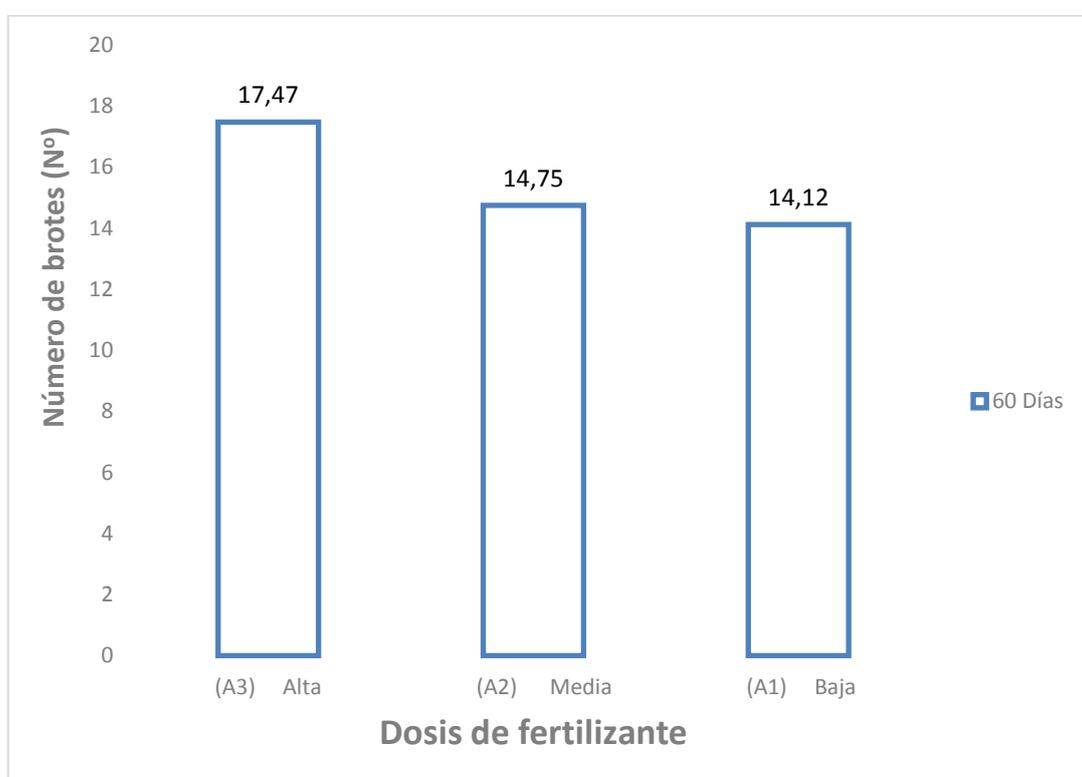
El Análisis de varianza (Cuadro 35) para el número de brotes de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones de igual forma en la interacción (dosis x frecuencia), mientras que para dosis factor (A), existe significancia y para frecuencia factor (B), es altamente significativo.

Por lo que se procede a realizar la separación de medias Tukey 5%.

El coeficiente de variación para el factor A 14,64% y el factor B 16,81%.

**Cuadro 36.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días.

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	17,47	a
(A2)	Media	14,75	ab
(A1)	Baja	14,12	b

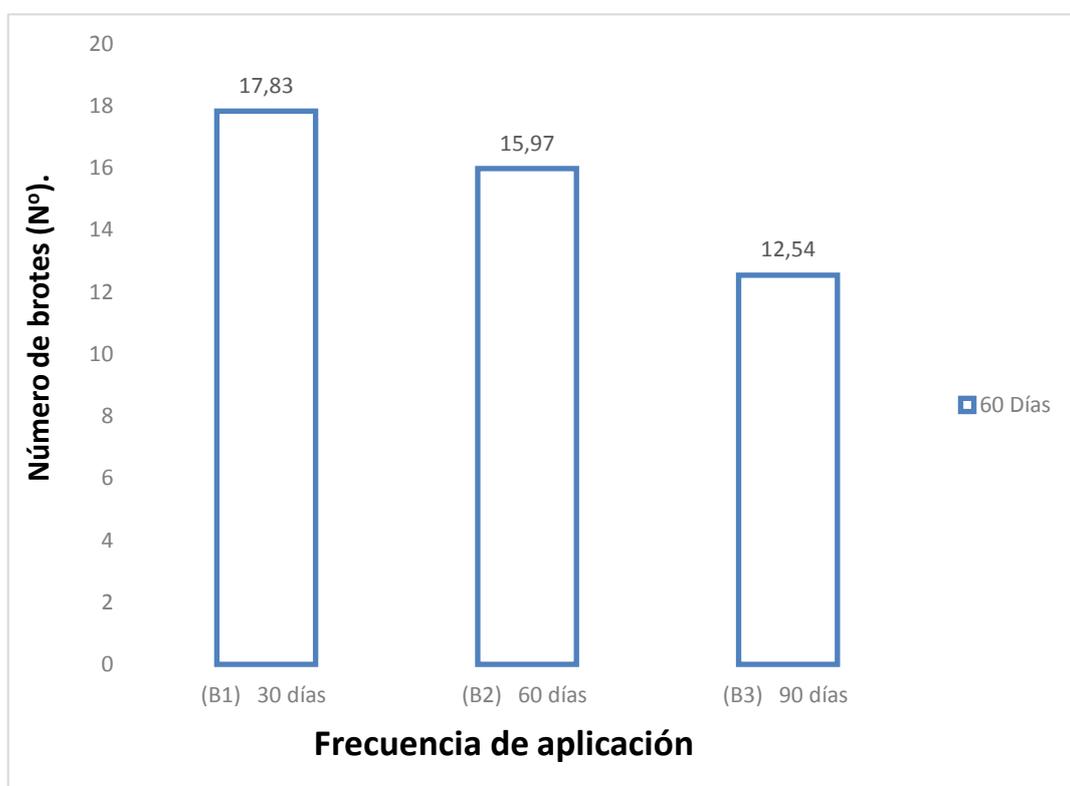


**Gráfico 17.** Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 36). En el rango “a” se ubica el tratamiento (A3) 80g de (10N – 30P – 10K) con la media más alta 17,47 brotes mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 14,12 brotes.

**Cuadro 37.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	17,83	a
(B2) 60 días	15,97	a
(B3) 90 días	12,54	b

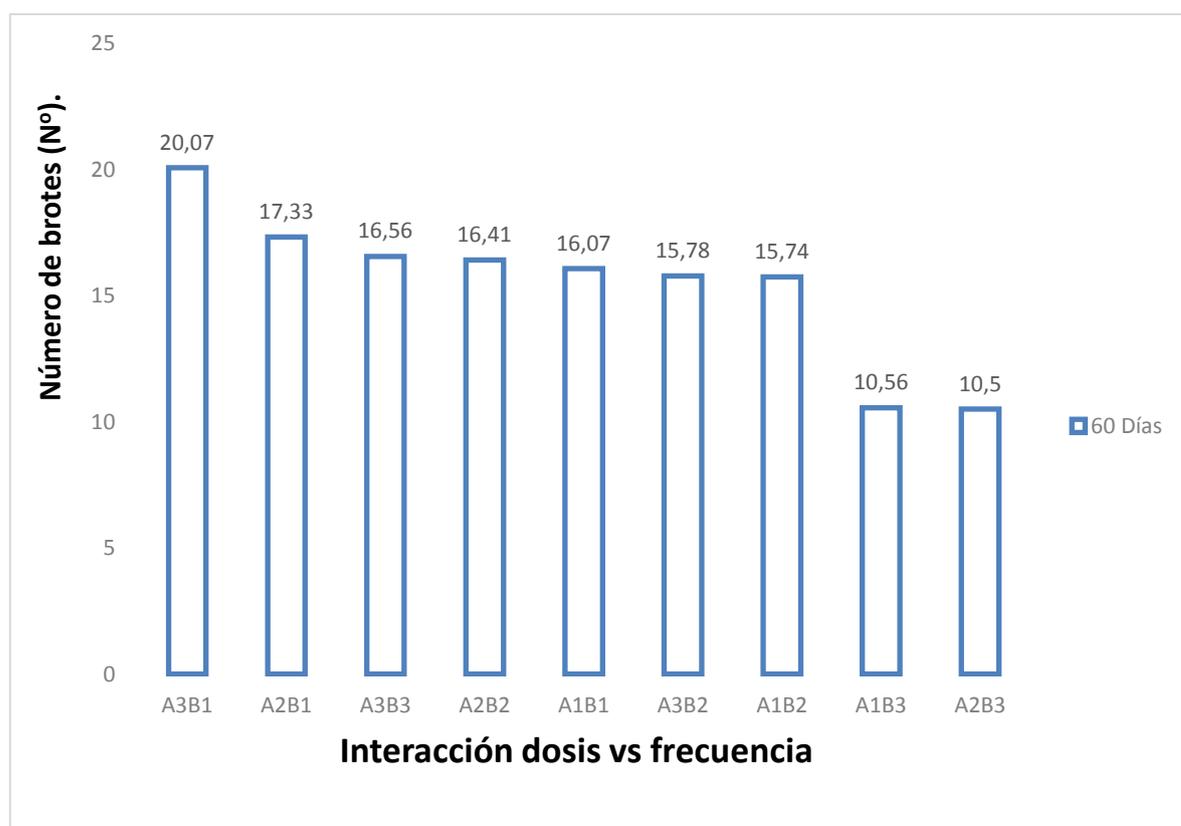


**Gráfico 18.** Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta dos rangos (cuadro 37). En el rango “a” se ubican (B1) 30 días, con una media de 17,83 brotes, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 12,54 brotes

**Cuadro 38.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B1	20,07	a
A2B1	17,33	a b
A3B3	16,56	a b
A2B2	16,41	a b
A1B1	16,07	a b
A3B2	15,78	a b
A1B2	15,74	a b
A1B3	10,56	a b
A2B3	10,5	b



**Gráfico 19.** Número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 60 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta tres rangos (cuadro 38). En el rango “a” se ubica con la media más alta 20,07 brotes, el tratamiento (A3B1), mientras que con la media más baja 10,05 brotes, rango “b” se ubica el tratamiento (A2B3).

### 3. Número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 39.** Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

F.Var	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Repetición	1,61	2	0,8	0,8	0,922	Ns
Dosis	75,01	2	37,51	3,81	0,0522	Ns
Repetición * Dosis	39,78	4	9,94	1,01	0,4397	
Frecuencia	175,34	2	87,67	8,92	0,0042	**
Dosis * Frecuencia	125,46	4	31,37	3,19	0,053	Ns
Error	118	12	9,83			
Total	535,2	26				
C.V. % A	10,13					
C.V.% B	1,61					

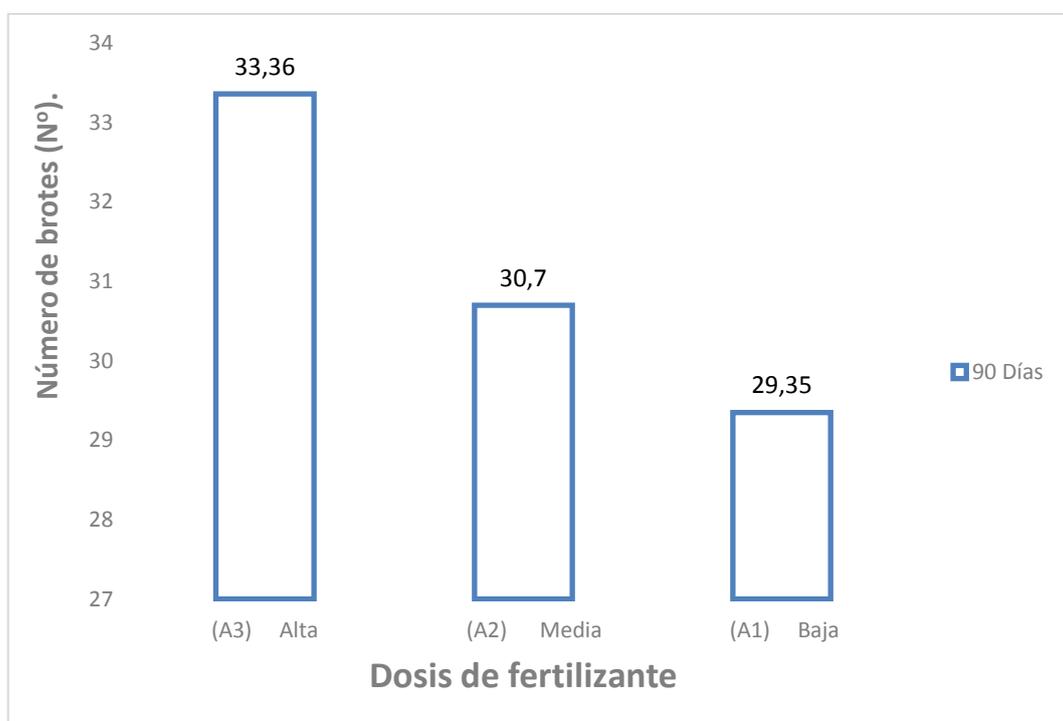
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 39) para el número de brotes de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, de igual manera para dosis factor (A) y para la interacción (dosis x frecuencia), mientras que para frecuencia factor (B), es altamente significativo.

El coeficiente de variación para el factor A 10,13% y el factor B 10,07%

**Cuadro 40.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	33,36	a
(A2)	Media	30,7	ab
(A1)	Baja	29,35	b

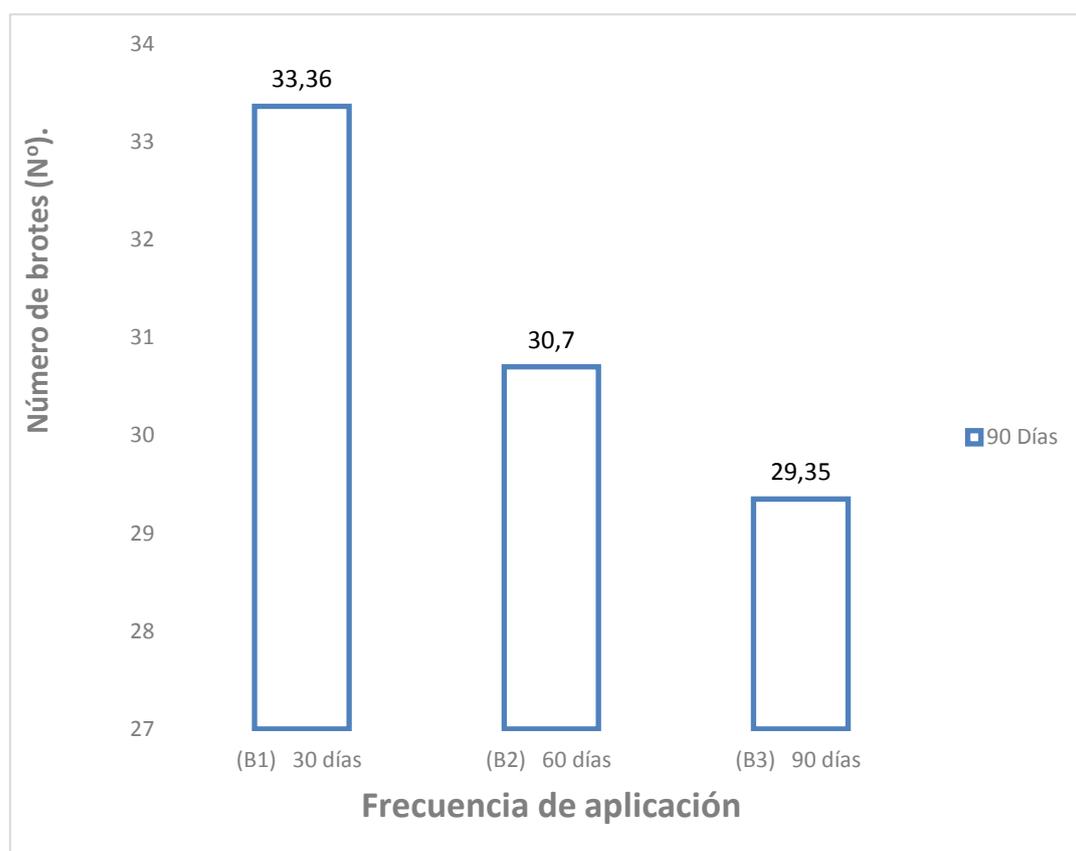


**Gráfico 20.** Número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 40). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K) con una media de 33,36 brotes, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 29.35 brotes.

**Cuadro 41.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorpora el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	33,36	a
(B2) 60 días	30,7	ab
(B3) 90 días	29,35	b

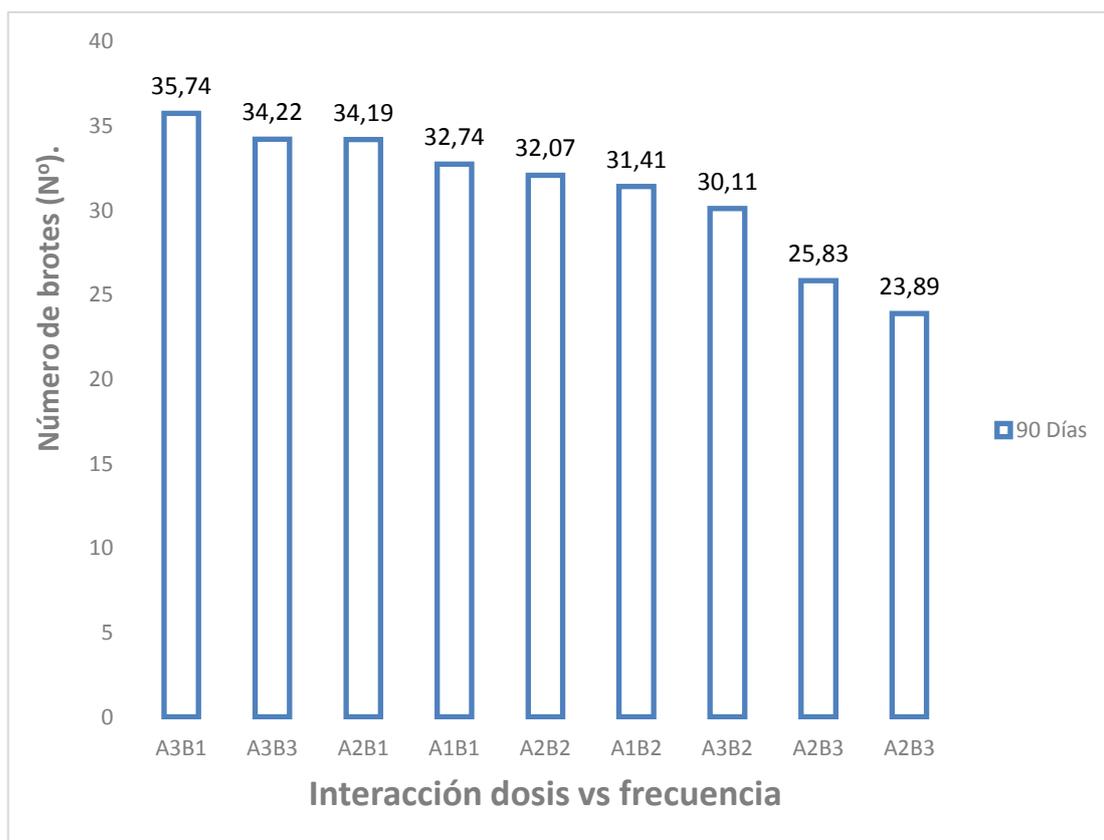


**Gráfico 21.** Número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta tres rangos (cuadro 41). En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 33,36 brotes, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 29,35 brotes.

**Cuadro 42.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis vs frecuencias) en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTO	MEDIAS	RANGO
A3B1	35,74	a
A3B3	34,22	a b
A2B1	34,19	a b
A1B1	32,74	a b c
A2B2	32,07	a b c
A1B2	31,41	a b c
A3B2	30,11	a b c
A2B3	25,83	b c
A2B3	23,89	c



**Gráfico 22.** Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 90 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta cinco rangos (cuadro 42). En el rango “a” se ubica con la media más alta 35,74 brotes el tratamiento (A3B1), mientras que en el rango “c” con la media más baja 23.89 brotes, se ubica el tratamiento (A2B3),

#### 4. Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 43.** Análisis de varianza para el número de brotes de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

F.Var	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Repetición	0,72	2	0,36	0,41	0,674	Ns
Dosis	10,29	2	5,14	5,8	0,0173	*
Repetición * Dosis	1,7	4	0,43	0,48	0,7498	
Frecuencia	30,11	2	15,05	16,97	0,0003	**
Dosis * Frecuencia	1,74	4	0,44	0,49	0,7424	Ns
Error	10,64	12	0,89			
Total	55,21	26				
C.V. % A	5,92					
C.V.% B	8,54					

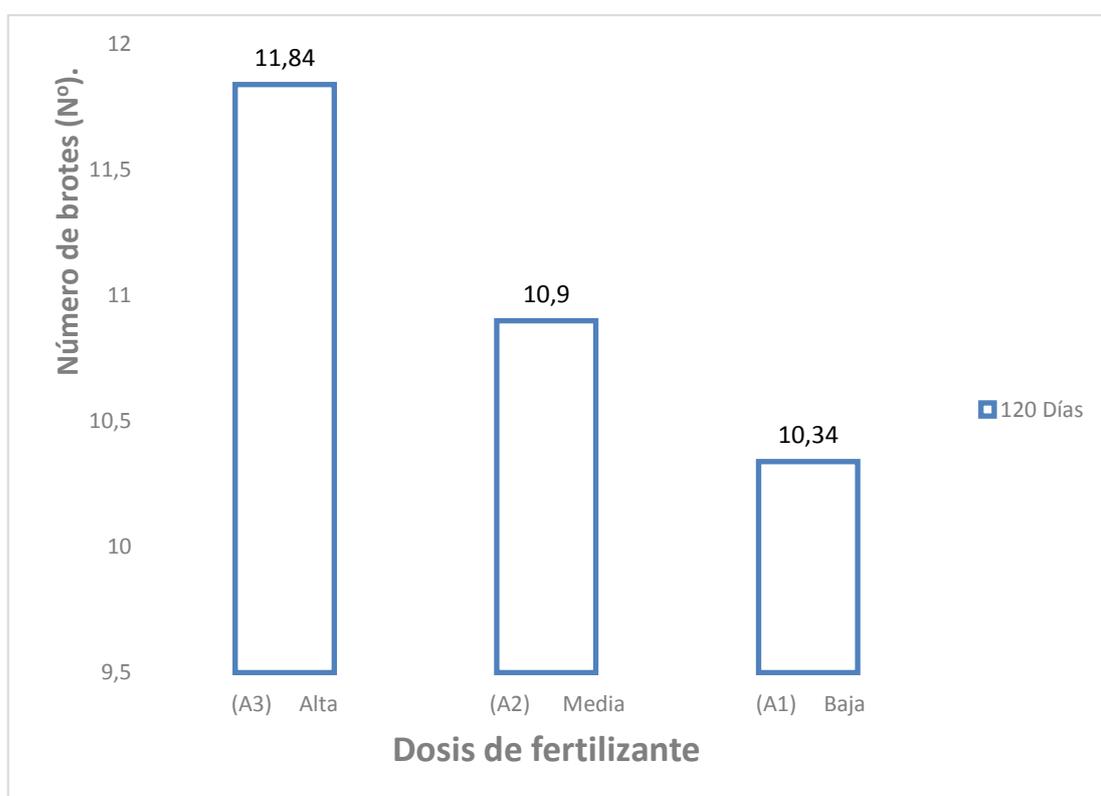
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 43) para el número de brotes de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, de igual forma en la interacción (dosis x frecuencia), mientras que para dosis factor (A), existe significancia y para frecuencia factor (B), es altamente significativo

El coeficiente de variación para el factor A 5,92% y el factor B 8,54%

**Cuadro 44.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	11,84	a
(A2)	Media	10,9	ab
(A1)	Baja	10,34	b

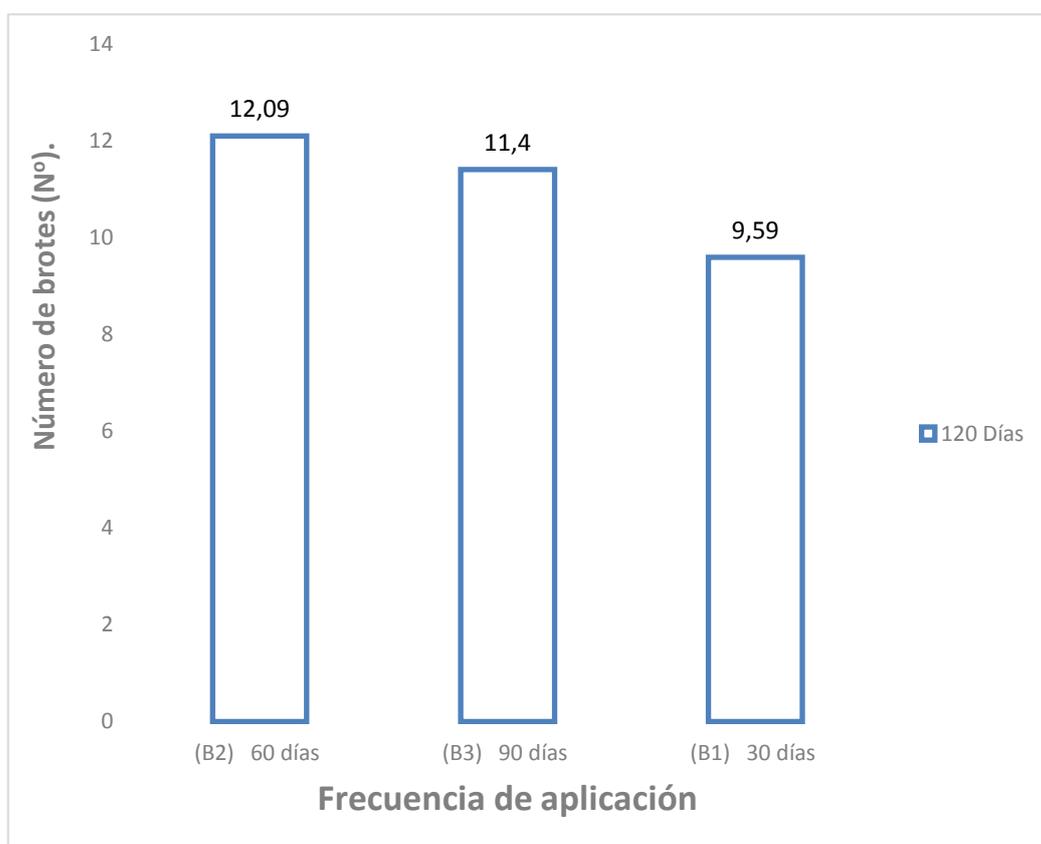


**Gráfico 23.** Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 44). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con la media más alta de 11,84 brotes, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media más baja de 10,34 brotes.

**Cuadro 45.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar le fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B2) 60 días	12,09	a
(B3) 90 días	11,4	a
(B1) 30 días	9,59	b

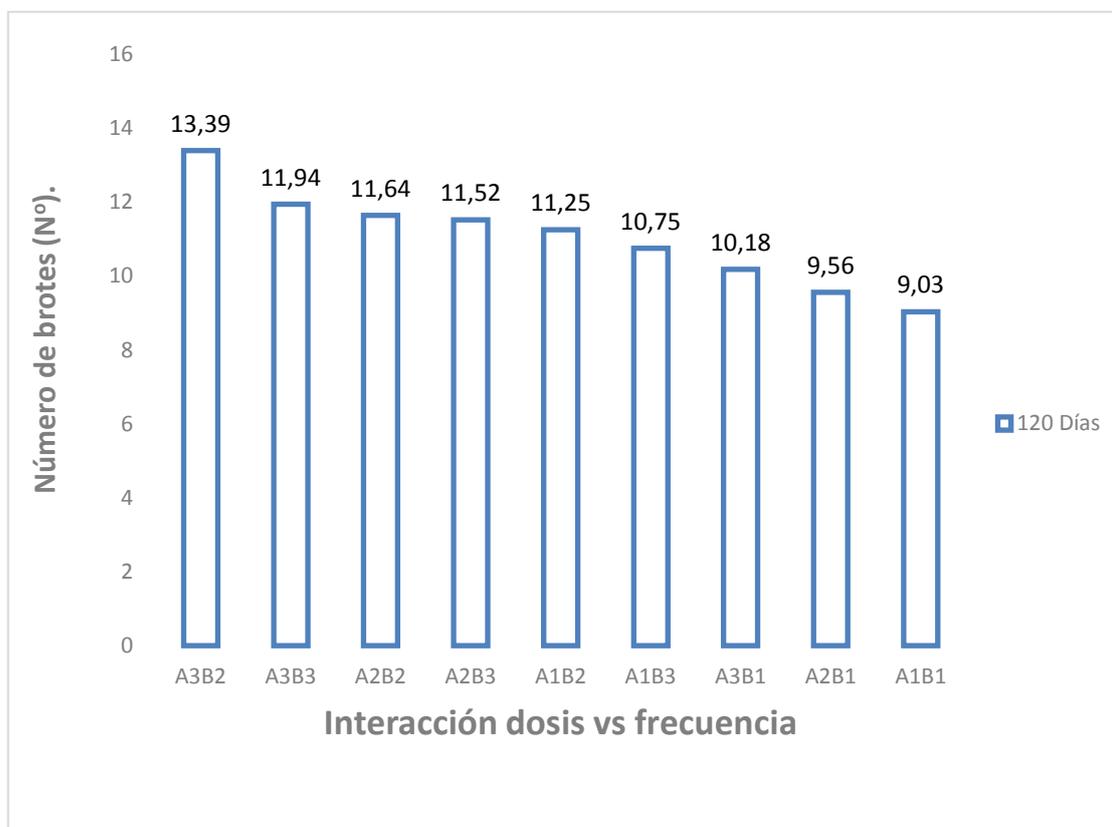


**Gráfico 24.** Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta dos rangos (cuadro 45). En el rango “a” se ubican (B2) 60 días, con una media de 12,09 brotes, mientras que en el rango “b” se ubica (B1) 30 días con una media de 9,59 brotes.

**Cuadro 46.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el número de brotes en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B2	13,39	a
A3B3	11,94	a b
A2B2	11,64	a b c
A2B3	11,52	a b c
A1B2	11,25	a b c
A1B3	10,75	a b c
A3B1	10,18	b c
A2B1	9,56	b c
A1B1	9,03	c



**Gráfico 25.** Número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis vs frecuencia)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de brotes a los 120 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta cinco rangos (cuadro 46). En el rango “a” se ubica con la media más alta 13,39 brotes el tratamiento (A3B2), mientras que en el rango “c” se ubica el tratamiento (A1B1), con la media más baja 9,03 brotes.

Los resultados obtenidos en cuanto al número de brotes al finalizar esta investigación permiten apreciar que el tratamiento (A3B1), 80g de fertilizante (10 N – 30 P – 10 K), frecuencia de aplicación a 30 días, obtuvo un mayor incremento de número de brotes con una media de 55,81 brotes y un incremento de 52,22 brotes.

Cabe señalar que los brotes son los principales indicadores de la reacción de la planta al fertilizante es así que a los 30 días de incorporar el fertilizante se tiene la media más alta de 20,07 brotes con un incremento de (17,11 brotes), tratamiento (A3B1), concordando así con Richter y Calvo, (1995), citado por Ximena Londoño (2008), afirma que en el aliso los segmentos de yemas, rama y la brotación inicia a partir de los 20 a 30 días después de la fertilización dependiendo de la disponibilidad de nutrientes, (James, 2001). Indica que los nutrientes como el nitrógeno promueve un crecimiento rápido durante la fase inicial, determina la formación de brotes favoreciendo la producción de los órganos reproductivos, (Edmon, J. 1981) cita que cuando existe nitrógeno suficiente en la fase vegetativa se efectúa rápidamente el desarrollo de tallos y hojas de color verde oscuro conteniendo gran cantidad de clorofila que absorbe cantidades relativamente altas de luz y elaboran grandes cantidades de carbohidratos que se utilizan en la formación de células del tallos donde se origina los brotes.

## C. NÚMERO DE HOJAS

1. Número de hojas a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 47.** Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	2,58	2	1,29	1,75	0,215	Ns
Dosis	0,88	2	0,44	0,6	0,5641	Ns
Repetición * Dosis	4,66	4	1,17	1,58	0,2415	
Frecuencia	0,99	2	0,49	0,67	0,53	Ns
Dosis * Frecuencia	2,19	4	0,55	0,75	0,5794	Ns
Error	8,83	12	0,74			
Total	20,14	26				
C.V. % A	25,03					
C.V.% B	19,9					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El análisis de varianza para el número de hojas de las plantas a los 30 días no presenta diferencias significativas para ninguno de los factores (ver cuadro 47)

El coeficiente de variación para el factor A 25,03% y el factor B 19,9%

2. **Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).**

**Cuadro 48.** Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	13,64	2	6,82	1,96	0,1837	Ns
Dosis	31,49	2	15,74	4,52	0,0344	*
Repetición * Dosis	8,93	4	2,23	0,64	0,6432	
Frecuencia	120,7	2	60,35	17,33	0,0003	**
Dosis * Frecuencia	56,98	4	14,24	4,09	0,0256	*
Error	41,79	12	3,48			
Total	273,53	26				
C.V. % A	8,36					
C.V.% B	10,43					

\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

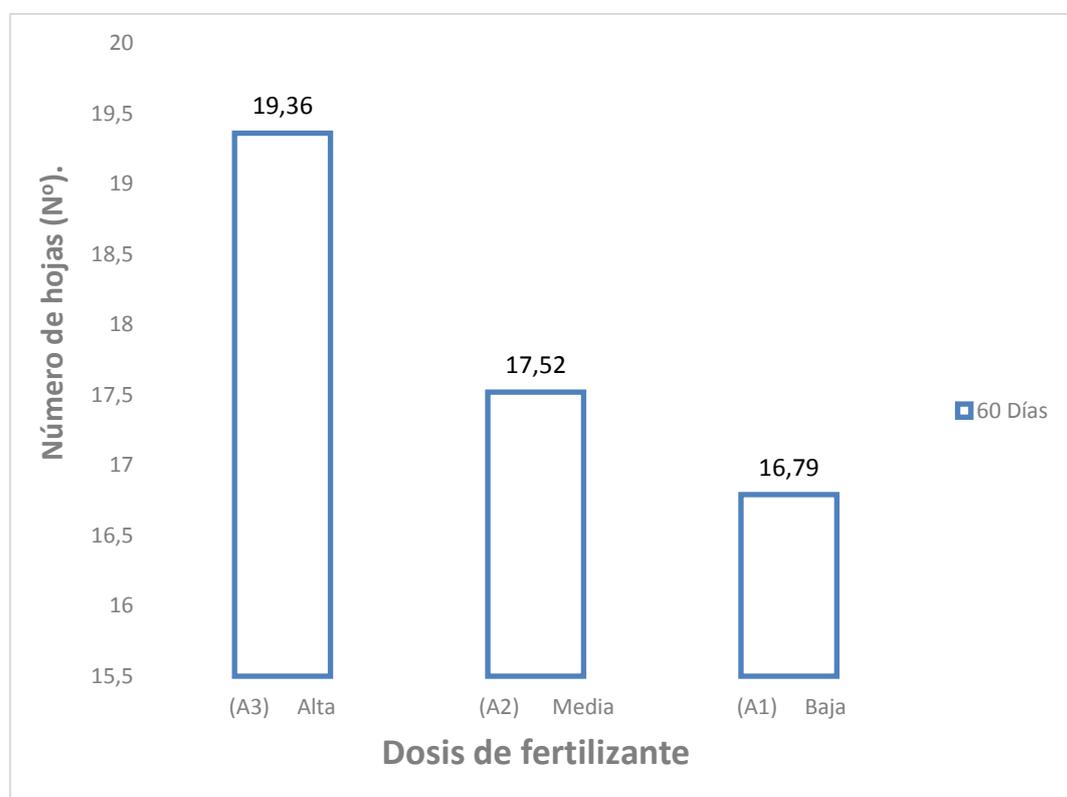
El Análisis de varianza (Cuadro 48) para el número de hojas de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que para dosis factor (A), y la interacción (dosis x frecuencia), existe significancia. y para frecuencia factor (B) es altamente significativo.

Por lo que se procede a realizar la separación de medias Tukey 5%.

El coeficiente de variación para el factor A 8,36% y el factor B 10,43%

**Cuadro 49.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	19,36	a
(A2)	Media	17,52	ab
(A1)	Baja	16,79	b

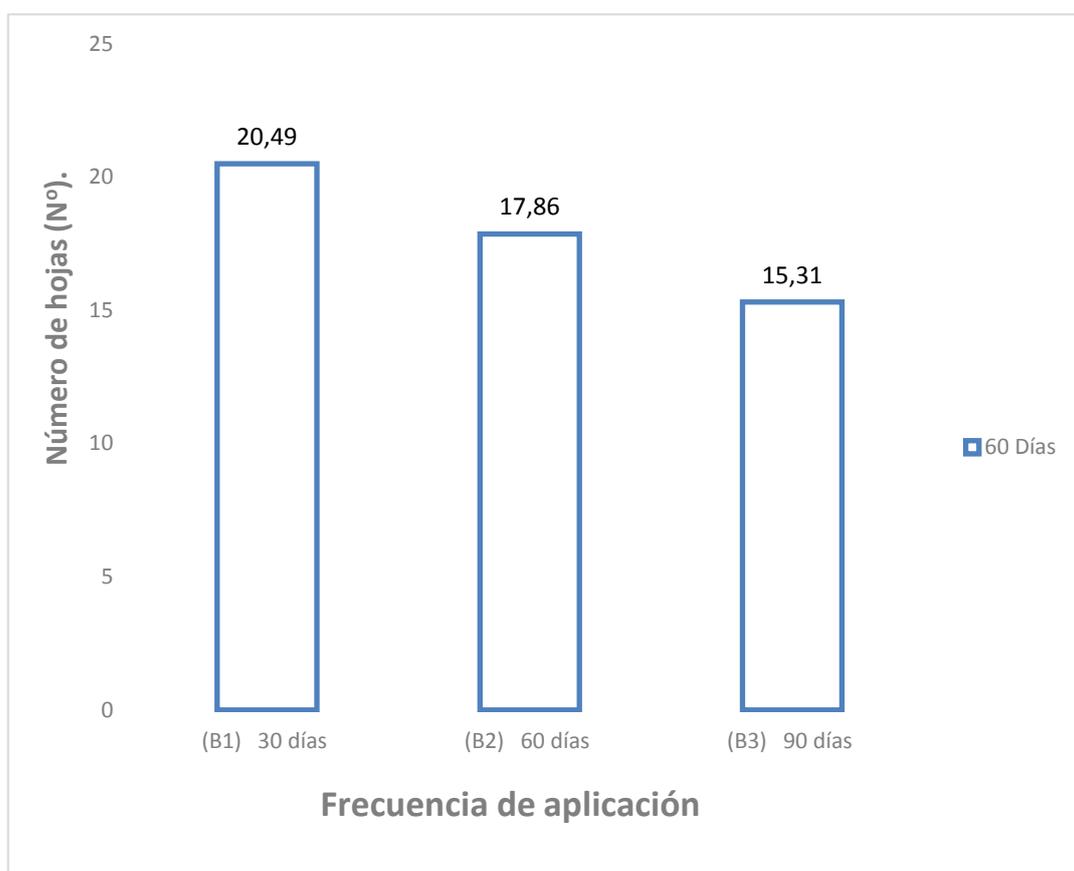


**Gráfico 26.** Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta tres rangos (cuadro 49). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 19,36 hojas, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 16,79 hojas.

**Cuadro 50.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	20,49	a
(B2) 60 días	17,86	b
(B3) 90 días	15,31	c

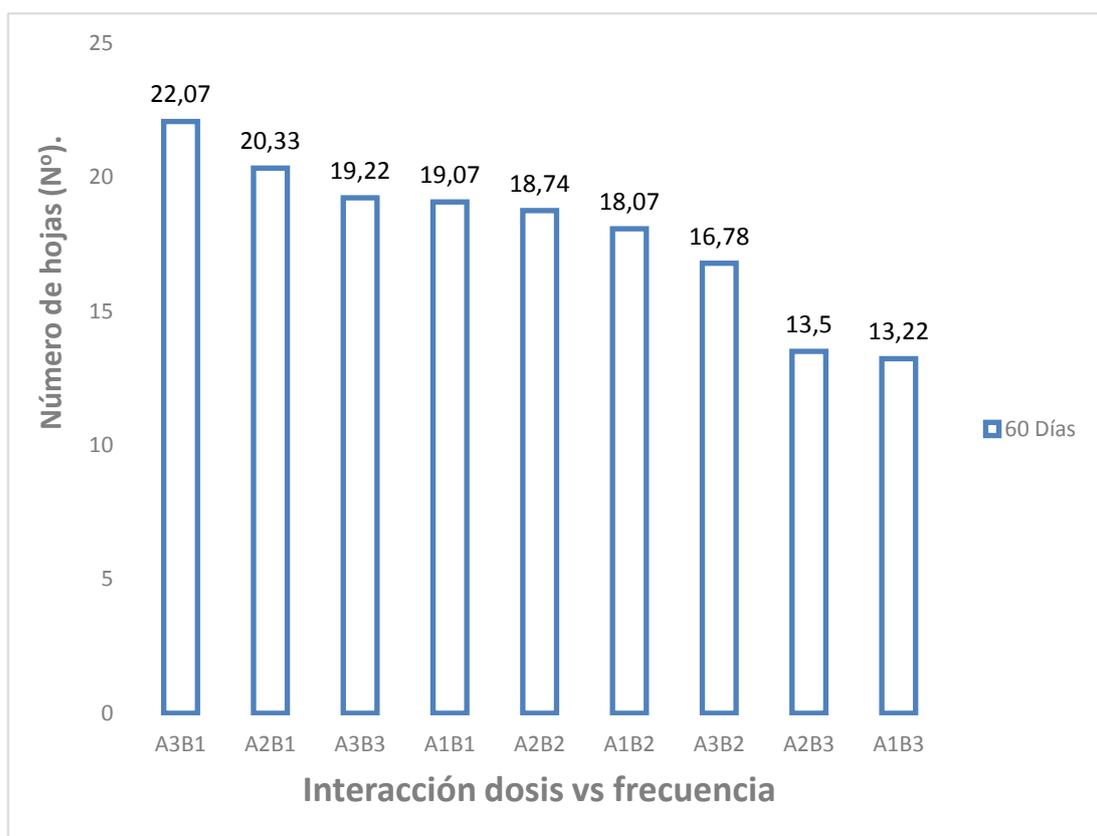


**Gráfico 27.** Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas a los 60 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta tres rangos (cuadro 50). En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 20,49 hojas, mientras que en el rango “c” se ubica (B3) 90 días con una media de 15,31 hojas.

**Cuadro 51.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B1	22,07	a
A2B1	20,33	a
A3B3	19,22	a
A1B1	19,07	a b
A2B2	18,74	a b c
A1B2	18,07	a b c
A3B2	16,78	a b c
A2B3	13,5	b c
A1B3	13,22	c



**Gráfico 28.** Número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta cinco rangos (cuadro 51). En el rango “a” se ubica con la media más alta 22,07 hojas, el tratamiento (A3B1), mientras que en el rango “c” se ubica con la media más baja 13,22 hojas, el tratamiento (A1B3).

### 3. Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 52.** Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

F.Var	SC	Gl	CM	F	p-valor	
Repetición	2,24	2	1,12	0,61	0,5596	Ns
Dosis	178,85	2	89,42	48,64	<0,0001	**
Repetición * Dosis	6,7	4	1,68	0,91	0,4882	
Frecuencia	80,23	2	40,11	21,82	0,0001	**
Dosis * Frecuencia	22,37	4	5,59	3,04	0,0603	Ns
Error	22,06	12	1,84			
Total	312,45	26				
C.V. % A	4,88					
C.V.% B	5,11					

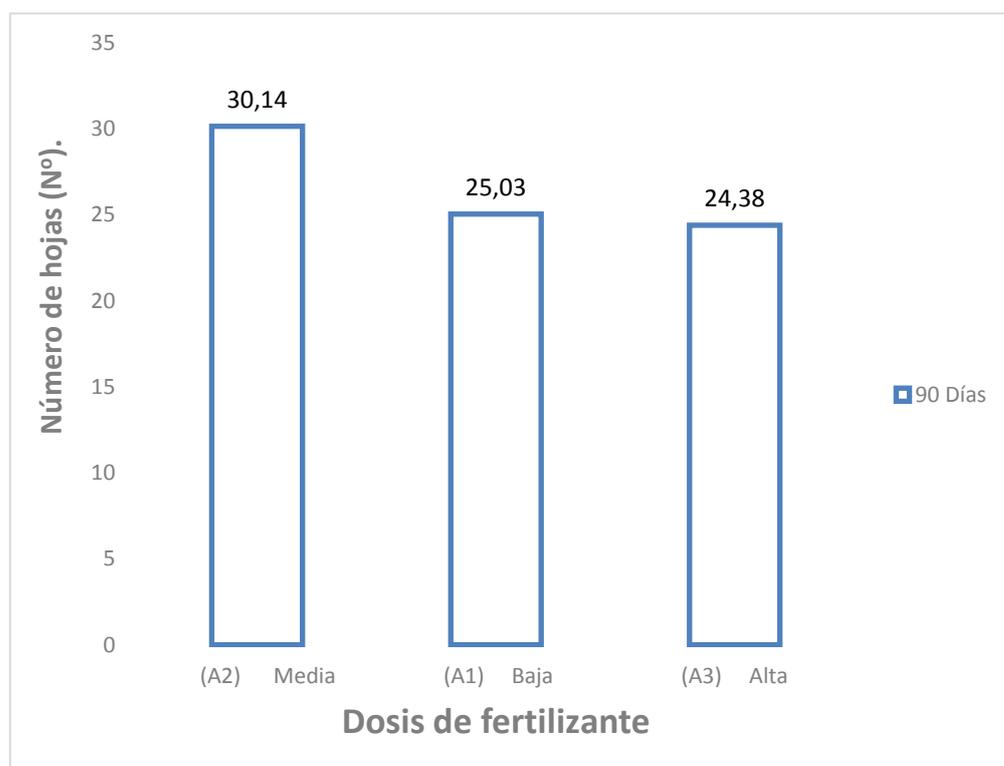
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01}

El Análisis de varianza (Cuadro 52) para el número de hojas de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, de igual forma en interacción (dosis x frecuencia), mientras que para dosis factor (A), y frecuencia factor (B) es altamente significativo.

El coeficiente de variación para el factor A 4,88% y el factor B 5,11%

**Cuadro 53.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis del fertilizante en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante

	DOSIS	MEDIAS	RANGO
(A2)	Media	30,14	a
(A1)	Baja	25,03	b
(A3)	Alta	24,38	b

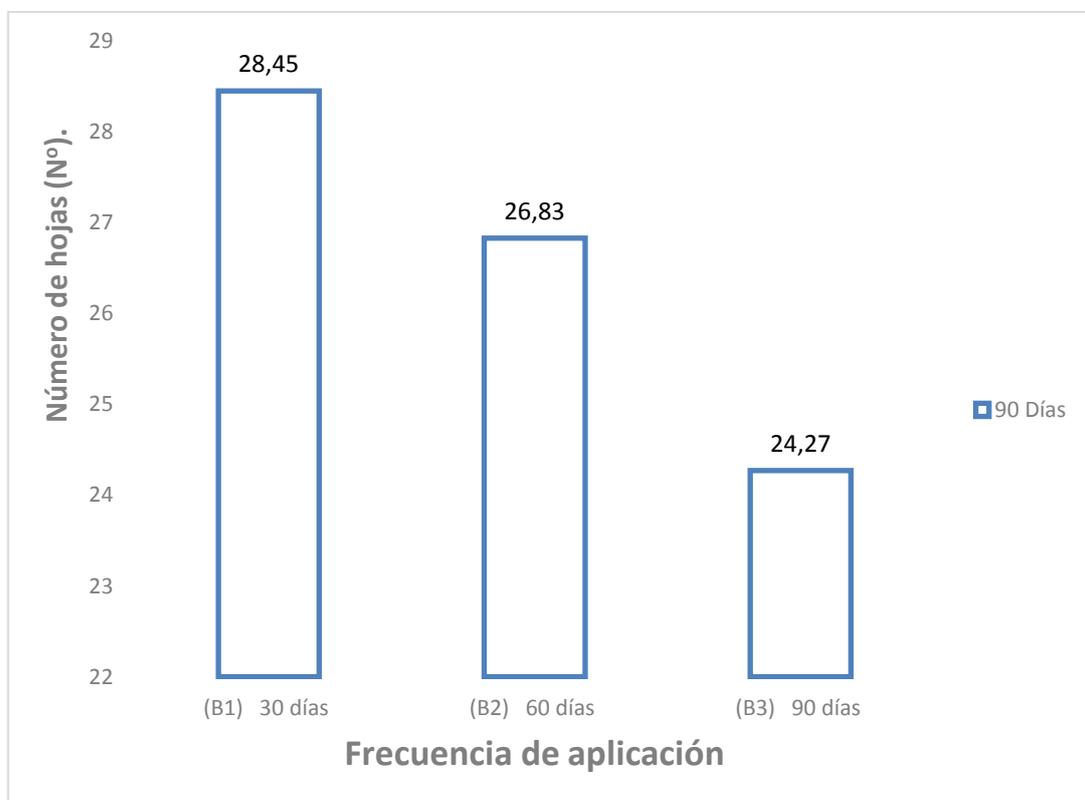


**Gráfico 29.** Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta dos rangos (cuadro 53). En el rango “a” se ubica (A2) 60g de (10N – 30P – 10K), con una media de 30,14 hojas, mientras que en el rango “b” se ubican (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 24,38 hojas.

**Cuadro 54.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de aplicación en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	28,45	a
(B2) 60 días	26,83	a
(B3) 90 días	24,27	b

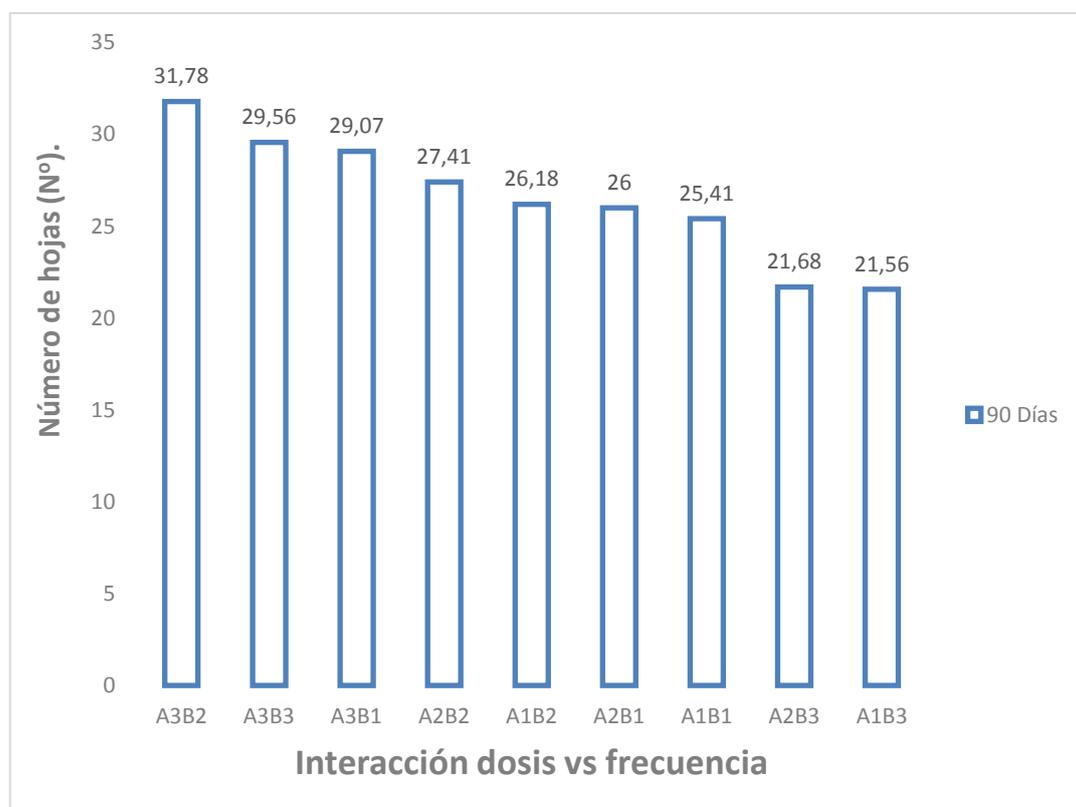


**Gráfico 30.** Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas a los 90 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta dos rangos (cuadro 54). En el rango “a” se ubica (B1) 30 días, con una media de 28,45 hojas, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 24,27 hojas.

**Cuadro 55.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B2	31,78	a
A3B3	29,56	a b
A3B1	29,07	a b c
A2B2	27,41	b c
A1B2	26,18	b c
A2B1	26	b c
A1B1	25,41	c d
A2B3	21,68	d
A1B3	21,56	d



**Gráfico 31.** Número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta seis rangos (cuadro 55). En el rango “a” se ubica con la media más alta 31,78 hojas, mientras que en el rango “d” con la media más baja 21,56 hojas se ubica el tratamiento (A1B3).

#### 4. Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

**Cuadro 56.** Análisis de varianza para el número de hojas de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K).

<b>F.Var</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
Repetición	43,19	2	21,59	2,15	0,1587	Ns
Dosis	423,76	2	211,88	21,14	0,0001	**
Repetición * Dosis	75,24	4	18,81	1,88	0,1794	
Frecuencia	464,67	2	232,34	23,18	0,0001	**
Dosis * Frecuencia	140,09	4	35,02	3,49	0,0411	*
Error	120,28	12	10,02			
Total	1267,23	26				
C.V. % A	8,85					
C.V.% B	6,46					

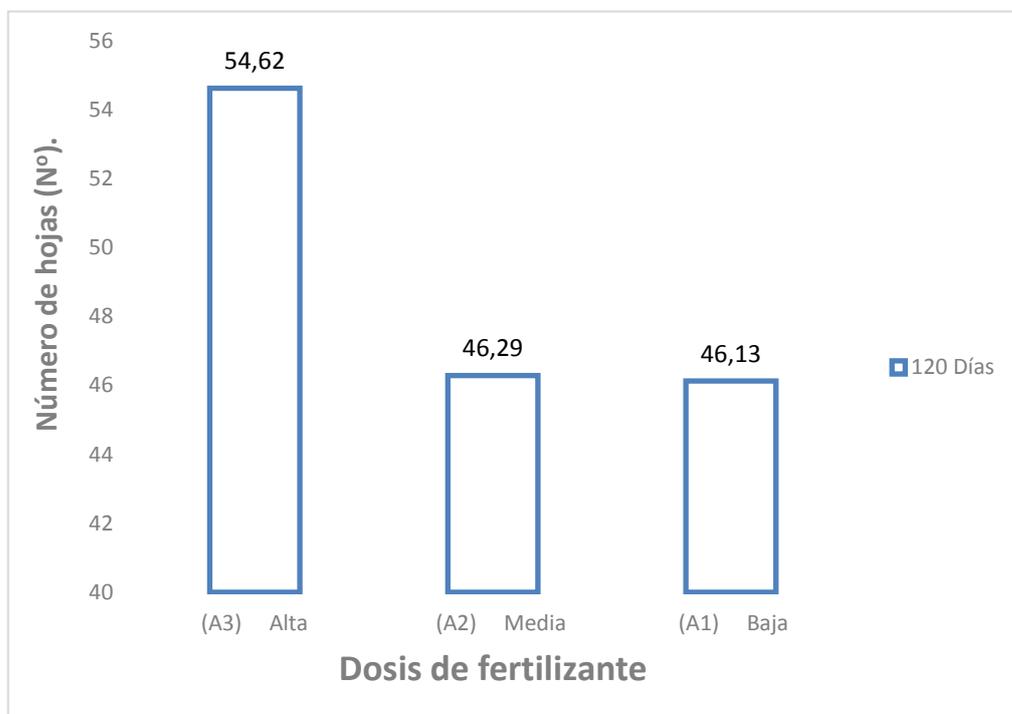
\*\* : p-valor <0,01; \* : p-valor >0,01 <0,05; Ns: p-valor >0,05 >0,01

El Análisis de varianza (Cuadro 56) para el número de hojas de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que para la interacción (dosis x frecuencia), existe significancia, y para dosis factor (A), frecuencia factor (B), es altamente significativo.

El coeficiente de variación para el factor A 8,85% y el factor B 6,46%

**Cuadro 57.** Separación de medias de Tukey al 5% para las dosis de fertilizante en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante

DOSIS		MEDIAS	RANGO
(A3)	Alta	54,62	a
(A2)	Media	46,29	b
(A1)	Baja	46,13	b

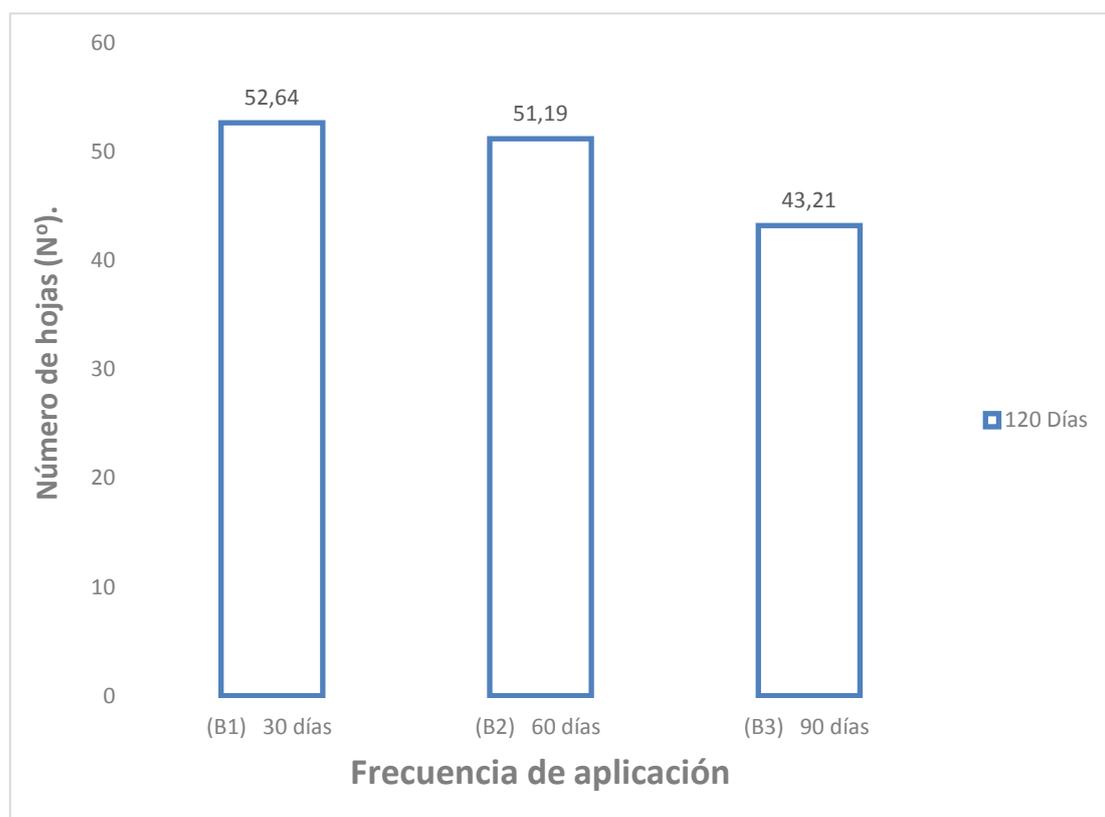


**Gráfico 32.** Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor A (dosis de fertilizante)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 dosis de fertilizante presenta dos rangos (cuadro 57). En el rango “a” se ubica (A3) 80g de (10N – 30P – 10K), con una media de 54,62 hojas, mientras que en el rango “b” se ubica (A1) 40g de (10N – 30P – 10K), con una media de 46,13 hojas

**Cuadro 58.** Separación de medias de Tukey al 5% para las frecuencias de aplicación en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorpora el fertilizante.

FRECUENCIA	MEDIAS	RANGO
(B1) 30 días	52,64	a
(B2) 60 días	51,19	a
(B3) 90 días	43,21	b

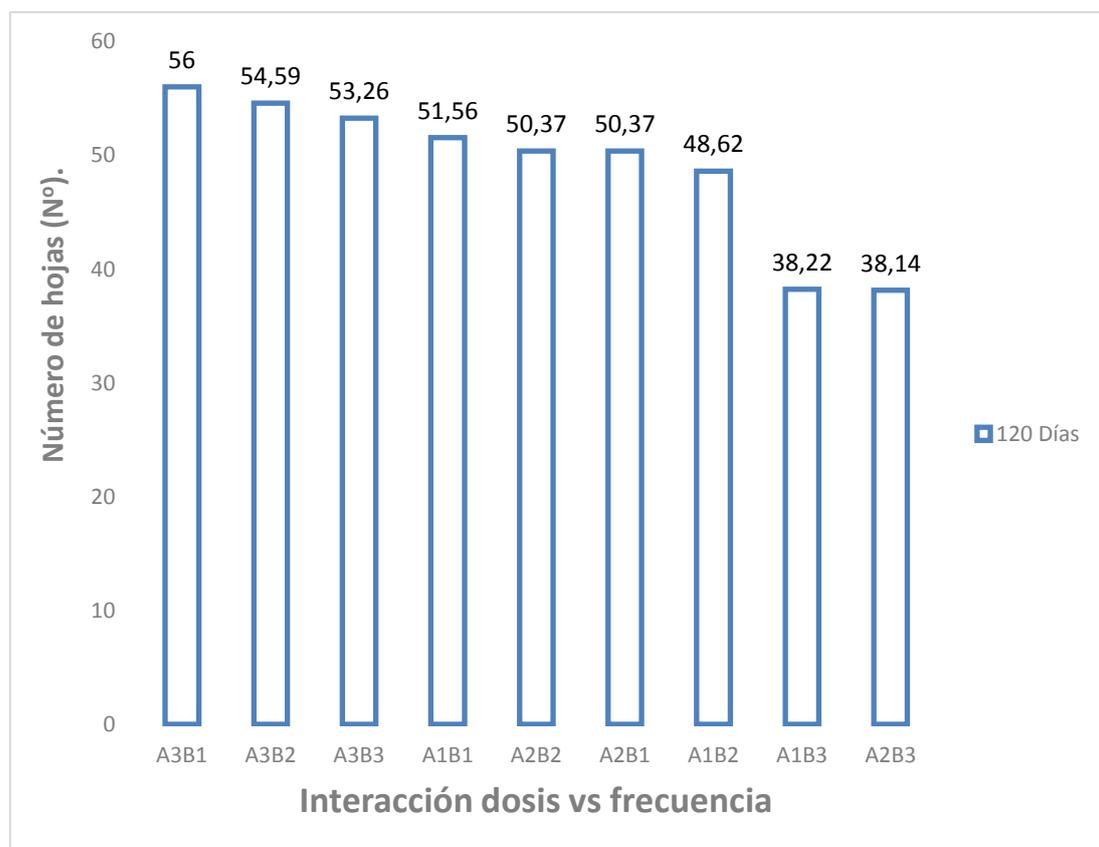


**Gráfico 33.** Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante para el Factor B (frecuencia de aplicación)

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas a los 120 días de incorporar el fertilizante según las 3 frecuencias de aplicación presenta dos rangos (cuadro 58). En el rango “a” se ubican (B1) 30 días, con una media de 52,64 hojas, mientras que en el rango “b” se ubica (B3) 90 días con una media de 43,21 hojas.

**Cuadro 59.** Separación de medias de Tukey al 5% para la interacción (dosis x frecuencias) en el número de hojas en plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGO
A3B1	56	a
A3B2	54,59	a
A3B3	53,26	a
A1B1	51,56	a
A2B2	50,37	a
A2B1	50,37	a
A1B2	48,62	a
A1B3	38,22	b
A2B3	38,14	b



**Gráfico 34.** Número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante para la (interacción dosis x frecuencia).

Al realizar la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 120 días de incorporar el fertilizante según la interrelación (dosis x frecuencia) presenta dos rangos (cuadro 59). En el rango “a” se ubica con la media más alta 56,00 hojas el tratamiento (A3B1), mientras que en el rango “b” se ubica con la media más baja 38,14 hojas el tratamiento (A2B3).

Los resultados obtenidos en cuanto al material vegetativo (número de hojas al finalizar esta investigación, según las tres dosis, con tres frecuencia de aplicación permiten apreciar que el tratamiento (A3B1), 80g de fertilizante (10 N – 30 P – 10 K), frecuencia de aplicación a 30 días, obtuvo un mayor incremento del material vegetativo (número de hojas), con una media de 56,00 hojas, y un incremento durante el tiempo de investigación de 51,46 hojas, coincidiendo con Casseres (2001), quién menciona que las hojas del aliso van en número de tres, el mayor incremento depende de la formulación del fertilizante, debido que (10N – 30P – 10K), es un fertilizante químicamente compuesto, ya que el fósforo interactúa en conjunto con el nitrógeno, como menciona Munera, (2014), El fósforo y el nitrógeno están involucrados en funciones vitales para las plantas como lo son: la fotosíntesis, formación de proteína entre otros lo que concuerda con Muñoz, (2016), quién indica que una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje. Sin embargo, un exceso de este elemento provoca un crecimiento excesivo del follaje.

Cabe aclarar que en todas las variables se pudo observar resultados debido a que el establecimiento de la plantación se realizó al inicio del invierno lo cual influye para obtener un alto porcentaje de prendimiento, como menciona (Añazco, 2004), que la plantación debe realizarse cuando se ha iniciado la estación de lluvias, con ello se garantiza que haya buena humedad en el suelo. Coincidiendo con Aguilar, (2000), los factores climáticos como la humedad relativa se requiere de un 70%, para la penetración de los nutrimentos en la raíz, concordando con (Jones, 1983) que los iones son llevados dentro de la raíz de la planta mediante el flujo del volumen de agua.

## VI. CONCLUSIONES

- A. En condiciones edafoclimáticas de la comunidad Tiocajas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo la especie *A. acuminata* Kunth (aliso), presentó diferencia entre las tres dosis de fertilizante, dentro de lo cual, sobre sale 87,85 cm, media en altura, con un incremento de 19,80 cm, independientemente destacándose el tratamiento (A2B1) 60g/planta del fertilizante (10N - 30P - 10K) dosis media, con una frecuencia de aplicación cada 30 días; mientras que para las variables como: Diámetro basal con una media de 10,46 mm, un incremento de 5,03 mm, la media en el número de brotes es de 55,81 brotes con un incremento de 52,22 brotes y en el número de hojas una media de 56 hojas y un incremento de 51,46 hojas por planta, destacándose el tratamiento (A3B1) 80g /planta del fertilizante (10N - 30P - 10K) dosis alta, con una frecuencia de aplicación cada 30 días
- B. La aportación de 60 g/planta del fertilizante (10N - 30P - 10K) con una frecuencia de aplicación cada 30 días se considera como la promisoriosa por presentar el mayor crecimiento en la variable altura.
- C. La aportación de 80 g/planta del fertilizante (10N - 30P - 10K) con una frecuencia de aplicación cada 30 días se considera como la promisoriosa por presentar el mayor incremento en las variables diámetro basal, número de brotes y hojas, ya que superan a la dosis 40 y 60g/planta.

## VII. RECOMENDACIONES

- A. Incorporar 80g de fertilizante (10N– 30P – 10K) /planta, a los 30 días, “etapa inicial” en sitios que presenten condiciones edafoclimáticas similares a las del sitio donde se implementó la investigación.
- B. La evaluación debe continuar para efectos de aplicación del fertilizante (10N - 30P - 10K) sobre el crecimiento y desarrollo de *A. acuminata* Kunth (aliso), en función de los requerimientos de la especie en base a un análisis de suelo y foliar de las plantas con el objeto de disponer de información técnica y confiable sobre la segunda etapa, que permita estimar la tendencia de los diferentes tratamientos en base a un periodo más prolongado superior a los cuatro meses para el monitoreo y seguimiento del comportamiento de las variables morfológicas a nivel de campo de la especie en estudio, de tal forma permita afirmar la prevalencia de un determinado tratamiento bajo las condiciones edafoclimáticas de la zona.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar tres dosis de fertilizante con tres frecuencias de aplicación en el crecimiento y desarrollo de *Alnus acuminata* kunth, (aliso) en la comunidad de Tiocajas, cantón Guamote, provincia de Chimborazo; empleando plantas de aliso y el fertilizante completo (10N – 30P – 10K) en 40g dosis baja, 60g dosis media y 80g dosis alta de nitrógeno, fosforo y potasio respectivamente, con frecuencia de aplicación a (30, 60, y 90 días), mismas que al realizar las combinaciones produjeron a utilizar el modelo estadístico, diseño de bloques completamente al azar (DBCA), Bifactorial, en arreglos de parcelas divididas, con tres dosis de fertilizantes, tres frecuencias de aplicación, y tres repeticiones, es decir ( $3^3 \cdot 3 = 27$ ), unidades experimentales (UE). Evaluando las siguientes variables: altura, diámetro basal, número de brotes y hojas por planta, a los (30, 60, 90 y 120 días). En todas las variables y en cada uno de los periodos se obtiene resultados significativos siendo la más promisoría 80g de fertilizante (10N – 30P – 10K), frecuencia de aplicación a 30 días, con una media en altura de 87,85 cm, y un incremento de 19,80 cm, en el diámetro basal una media de 10,46 mm, con un incremento de 5,03 mm, en el número de brotes 55,81 con un incremento de 52,22 brotes y en el número de hojas con una media de 56 hojas y un incremento de 51,46 hojas por planta. Se concluye que el fertilizante (10N – 30P – 10K) en 80g dosis alta con frecuencia de aplicación 30 días influye favorablemente en el crecimiento y desarrollo del aliso. Siendo este favorable al contribuir en las variables antes mencionadas.

**Palabras clave:** FERTILIZANTE INORGÁNICO – CRECIMIENTO Y DESARROLLO- DASOMÉTRICO – EVALUACIÓN FORESTAL



## IX. SUMMARY

The present research aims to evaluate three doses of fertilization with three frequencies of application in the growth of *Alnus acuminata* Kunth, (aliso), in Tiocajas commune, Guamote canton, province Chimborazo. Used plants and complete fertilizers with (10N – 30P – 10K) in 40g low doses, 60g medium doses and 80g high doses of nitrogen, phosphorus and potassium, applied to frequently (30, 60, and 90 days); the same when made the combination, they used the statistical model, random block design (RBD); bifactorial used in split up plot arrangements with three fertilizers doses, three application frequency, and three repetitions like ( $3^3 \times 3 = 27$ ), experimental units (EU). Assessing the following variable: height, basal diameter, number of shoots and leaves per plants, at (30, 60, 90 and 120 days). In whole variables and in each period, the significant results are obtained and the most promising 80g of fertilizer (10N – 30P – 10K), frequency of application to 30 days, with an average height of 87.85 cm and an increase of 19.80 cm. In the basal diameters was average of 10.46 mm with an increase of 5.03 mm in the numbers of shoots 55.81 with an increase of 52.22 shoots and in the number of leaves with a medium of 56 leaves and an increase of 51.46 leaves per plants. It is concluded that the fertilizer (10N – 30P – 10K), in 80g high dose with application frequency 30 days favorably includes the growth and development of the alder. Being this favorable when contributing in the aforementioned variables.

Key words: INORGANIC FERTILIZER, GROWTH AND DASOMETRIC DEVELOPMENT, FOREST EVALUATION.



## X. BIBLIOGRAFÍA

- Añazco, M. (2000). *El Aliso (Alnus acuminata) Proyecto de Desarrollo forestal Campesino de los Andes en el Ecuador* (DFC). Quito – Ecuador. Fecha de consulta: 01 de diciembre del 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4883#sthash.CPIOopHe.dpuf>
- Arcos, F. (2016). *Apuntes impartidos en la clase de la cátedra de fertilización*. Riobamba: ESPOCH.
- Armas, R. (1991). *Crecimiento inicial del aliso (Alnus acuminata H:B:K), Empleando cinco tipos de plantas*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. Fecha de consulta. 13 de enero del 2018. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/816/3/03%20FOR%20148%20TESIS.pdf>.
- Bautista, E., & Terán, R. (2000). *Crecimiento inicial de aliso (Alnus acuminata) y casuarina (Casuarina equisetifolia) utilizando tres técnicas de plantación en suelos de ladera de Imbabura*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Benson Agriculture and Food Institute. (2004). *Fertilidad del suelo nutrición del cultivo*. Fecha de consulta. 13 de enero del 2018. Disponible en: <http://www.bensoninstitute.org/Agronox>.
- Bordoli, J. (2001). *Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa*. Montevideo: PROCISUR-IICA. p. 573, 646. Fecha de consulta. 13 de enero del 2018. <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/curso/docs/Aplicaci1.pdf>.
- Cardoso, P. (2014). *Fertilización con N, P, K, al componente arbóreo del sistema agroforestal en tres localidades de la parroquia Juan de Velasco, cantón Colta, provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 10 de noviembre del 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3594>

- Carlson, P. (2004). *Establecimiento y manejo de prácticas Agroforestales en la sierra Ecuatoriana*. Quito - Ecuador. p. 187
- Carpio, J. (2001). Evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa L.*) variedad morada extranjera. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
- Cartagena & Padilla, N. (2002). *Fertilizantes nutrición vegetal*. Folleto divulgativo nutrición vegetal, 12. Chile.
- Casseres, E. (2001). *Intervención del fósforo en las plantas*. (3ª. ed). Costa Rica: IICA. p. 238 15. Fecha de consulta: 130 de octubre del 2017. Disponible en: [http://www.haifagroup.com/spanish/files/Articles/Articles\\_spanish/Nutricion\\_Foliar\\_oded.pdf](http://www.haifagroup.com/spanish/files/Articles/Articles_spanish/Nutricion_Foliar_oded.pdf)
- Chicaiza & Suquilanda, M. (2001). *Respuesta de cinco genotipos de cebolla perla (Allium cepa L.) a tres distancias de siembra bajo manejo orgánico*. Tumbaco. Pichincha. Rumipamba 15(1), 85-86
- Chicaiza, F. (2000). *Efecto del humus en una plantación de aliso (Alnus acuminata H:B:K), a los 12 y 24 meses en el sector la ranchería del Carchi*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Freire, C. (2012). *Aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de cebolla colorada (Allium cepa L.) a campo abierto en Macají, cantón Riobamba. Provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. (2014). *Manejo de viveros forestales*. Fecha de consulta: 30 de octubre del 2017. Disponible en: [https://www.jica.go.jp/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2att/seedbed\\_management\\_guide.pdf](https://www.jica.go.jp/project/ecuador/001/materials/ku57pq000011cym2att/seedbed_management_guide.pdf)
- Gómez, M. (2004). *Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña: en América Central*. Fecha de consulta: 21 de diciembre del 2017. Disponible en:

[http://www.guiaverde.com/files/company/03032016122136\\_libro\\_2015\\_foliar\\_fertilizers\\_spanish\\_def.pdf](http://www.guiaverde.com/files/company/03032016122136_libro_2015_foliar_fertilizers_spanish_def.pdf).

Hidalgo, J. (2016). *Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en el crecimiento de plántulas de Oreopanax ecuadorensis Seem (Pumamaqui) en la parroquia Ulba, cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Fecha de consulta: 01 de diciembre del 2017.

Disponible en:  
<http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4883#sthash.CPIOopHe.dpuf>

Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y de Vida Silvestre. (2003). *Autoecología del Aliso*. Cartilla N.-2. Quito-Ecuador

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2008). *Guía técnica de cultivos*. Manual N° 73. Quito-Ecuador.

Jimenez, L. (1997). *Crecimiento inicial del aliso (Alnus acuminata H:B:K) utilizando cuatro tipos de fertilizantes*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador

López, T. (2006). *Reforestación con especies nativas*. (2ª. ed). México. pp. 85 – 95. Fecha de consulta: 02 de diciembre del 2017. Disponible en:  
<http://www.yara.com.co/crop-nutrition/products/other/13a8-npk-10-30-10/>.

Mallarino, J. (2005). *Efectos de la aplicación de nitrato de sodio, sulfato de amonio y urea, sobre el crecimiento, nodulación y contenido de nitrógeno en (Alnus acuminata H.B.K.)* Revista Forestal Venezolana. Fecha de consulta 29 de diciembre del 2017. Disponible en:  
[www.somas.org.mx/pdf/pdfs\\_libros/agriculturasostenible6/61/38.pdf](http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/38.pdf)

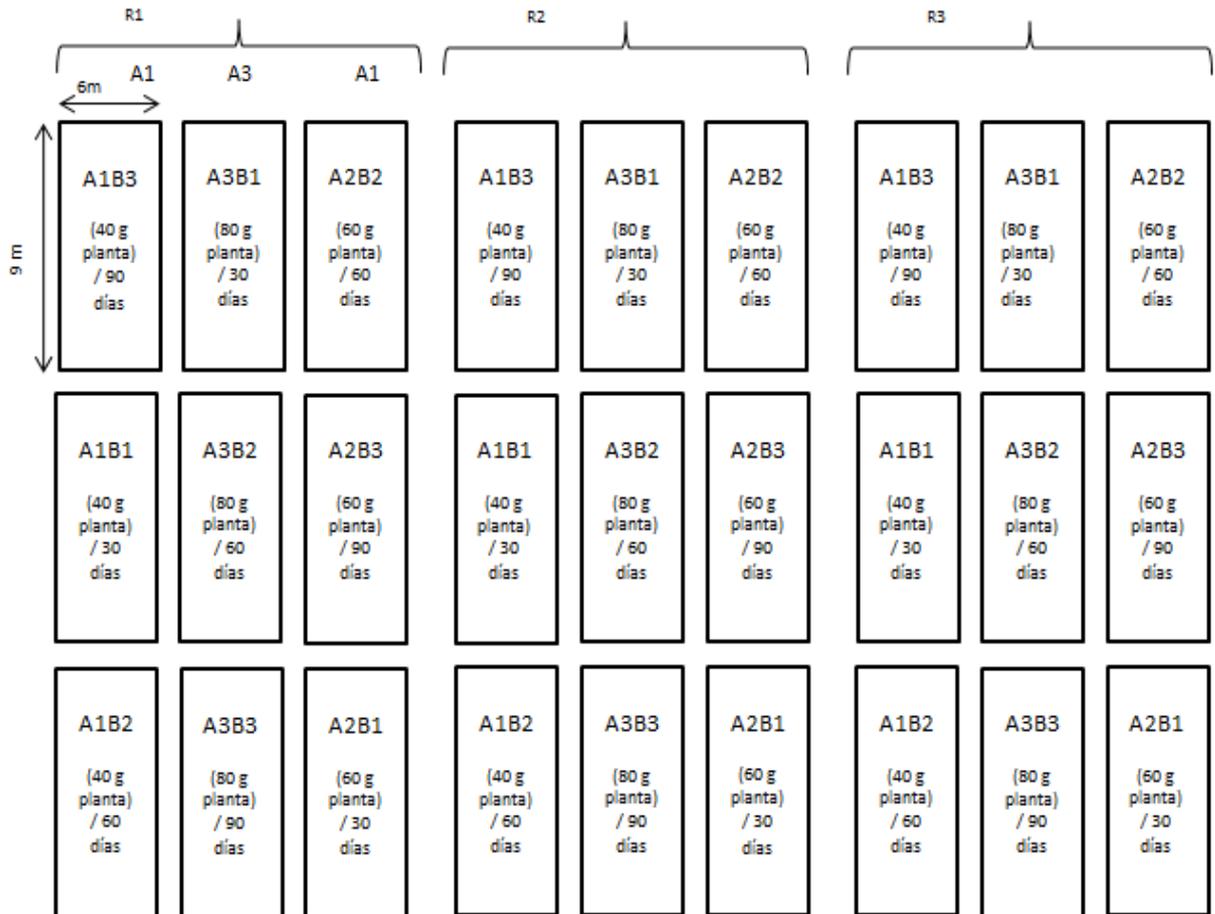
Munera, G. (2014). *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad tecnológica de Pereira facultad de tecnología. Programa de tecnología química. Laboratorio de análisis de suelos. Fecha de consulta: 02 de diciembre del 2017. Disponible en:  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5248/el%20f%C3%B3sforo%20elemento.pdf?sequence=1>.

- Muñoz, W. (2016). *Texto básico para profesional en ingeniería forestal. en el área de fisiología vegetal*. Fecha de consulta: 02 de diciembre del 2017. Disponible en: <http://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/forestales/descargas/publicaciones/FISIO-TEX.pdf>.
- Núñez, M. (2015). *Respuesta del cultivo de cebolla colorada (Allium cepa l.) a tres abonos orgánicos y tres niveles de fertilización edáfica*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador.
- Oliveros, D. (2005). *La fertilización de los cultivos: un método racional*. (2ª. ed). Salamanca-España. p. 291
- Oñate, M. (2008). *Fundamentos de Geología y Edafología*. Riobamba – Ecuador: ESPOCH.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura de la Alimentación. (2012). *Los fertilizantes y su uso*. (4ª ed): Roma. p. 8. Fecha de consulta: 30 de octubre del 2017. Disponible en: [file:///C:/Users/Alfa/Downloads/ORE,%20R.%202015\\_unlocked.pdf](file:///C:/Users/Alfa/Downloads/ORE,%20R.%202015_unlocked.pdf).
- Padilla, S. (1995). *Manejo agroforestal andino*. Proyecto FAO/Holanda “Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Editorial ISBN. Quito – Ecuador. p. 287
- Prieto, J. (2004). *Factores que influyen en la producción de planta de Pinus spp. En vivero y en su establecimiento en campo*. (Tesis de doctorado. Doctor en ciencias con especialidad en manejo de recursos naturales). Fecha de consulta: 02 de enero del 2018. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/5805/1/1020150010.PDF>
- Revelo, V. (2007). *Evaluación del crecimiento inicial de aliso (Alnus acuminata h.b.k) en plantación sola y asociado con fréjol (Phaseolus vulgaris), arveja (Pisum sativum l.) con y sin fertilizante, provincia de Imbabura* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador.
- Richter & Calvo, (1995). *Evaluación de árboles plus y propagación vegetativa de aliso Alnus acuminata H.B.K.* (Tesis de grado Ingeniero Forestal). Universidad

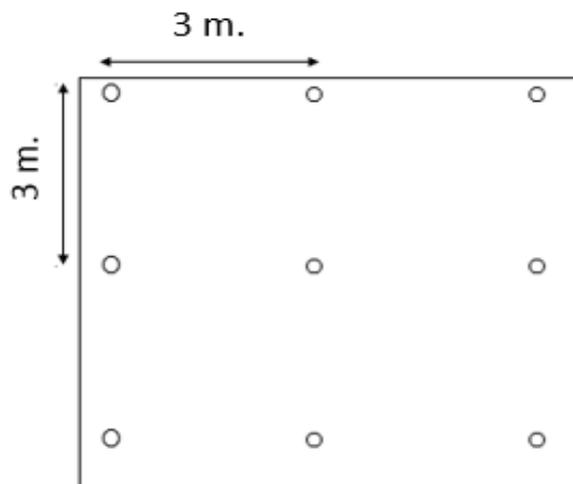
- Francisco José de Caldas. Fecha de consulta: 09 de septiembre del 2017. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/72108159/VIVEROS-FORESTALES>
- Rojas, C. (2015). *Interpretación de la disponibilidad de fósforo en los suelos de Chile*. Fecha de consulta 01 de diciembre del 2017. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33852.pdf>. Consultado el: 2015-06-
- Saro, J. (2013). *Nutrición vegetal*. Fecha de consulta 14 de octubre del 2017. Disponible en: <http://www.fagro.mx/nutricion-vegetal.html>.
- Serrano, (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Fecha de consulta 05 de diciembre del 2017. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01\\_FERTILIZACION%20%93N\(BAJA\)\\_tcm7-207769.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACION%20%93N(BAJA)_tcm7-207769.pdf).
- Suquilanda, M. (2003). *Fertilización química en plantas forestales; en la Sierra Norte y Central del Ecuador*. Quito - Ecuador. pp. 117 – 203.
- Toro, S. (2005). *Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos*. Simposio Proyecto Ley Protección de Suelo. Boletín N°14. Valdivia, Chile. 77-85. Fecha de consulta 05 de enero del 2018. Disponible en: [http://www.thecompositaehut.com/www\\_tch/webcursospv/familias\\_pv/betulaceae.html](http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcursospv/familias_pv/betulaceae.html)
- Villota, C. (1999). *Crecimiento inicial del aliso (Alnus acuminata H.B.K) bajo cuatro sistemas de plantación en el sector la Ranchería, provincia del Carchi*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal), Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.
- Yara, (2017). Nutrición vegetal. Ficha técnica del 10-30-10. Fecha de consulta 05 de diciembre del 2017. Disponible en: <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/products/other/13a8-npk-10-30-10/>.

## XI. ANEXOS

### Anexo 1. Distribución de parcelas del diseño experimental



### Anexo 2. Distanciamiento entre plantas



**Anexo 3.** Crecimiento en altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (cm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	65,06	63,11	68,44	196,61	65,54
T2	A1	B2	62,89	65,67	70,11	198,67	66,22
T3	A1	B3	61,33	67,44	68,44	197,22	65,74
T4	A2	B1	61,33	71,33	68,78	201,44	67,15
T5	A2	B2	64,67	67,04	72,44	204,15	68,05
T6	A2	B3	59,78	67,04	63,67	190,49	63,50
T7	A3	B1	72,78	64,89	57,56	195,22	65,07
T8	A3	B2	76,78	56,67	58,67	192,11	64,04
T9	A3	B3	57,72	64,56	59,44	181,72	60,57

**Anexo 4.** Crecimiento en altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (cm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	72,41	70,61	75,39	218,41	72,80
T2	A1	B2	64,92	67,20	71,83	203,96	67,99
T3	A1	B3	63,32	68,17	70,54	202,03	67,34
T4	A2	B1	70,76	79,38	75,80	225,93	75,31
T5	A2	B2	72,14	72,74	73,81	218,70	72,90
T6	A2	B3	67,60	70,84	69,61	208,06	69,35
T7	A3	B1	75,67	70,63	62,53	208,83	69,61
T8	A3	B2	79,92	58,80	61,07	199,79	66,60
T9	A3	B3	60,60	66,30	62,40	189,30	63,10

**Anexo 5.** Crecimiento en altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (cm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	77,10	75,33	82,59	235,02	78,34
T2	A1	B2	72,43	72,12	74,50	219,05	73,02
T3	A1	B3	66,36	69,79	74,73	210,88	70,29
T4	A2	B1	79,47	84,51	81,56	245,53	81,84
T5	A2	B2	77,89	75,82	75,74	229,45	76,48
T6	A2	B3	71,78	72,74	74,09	218,61	72,87
T7	A3	B1	78,87	76,79	68,39	224,04	74,68
T8	A3	B2	83,42	62,89	64,00	210,31	70,10
T9	A3	B3	64,13	69,13	65,94	199,21	66,40

**Anexo 6.** Crecimiento en altura de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (cm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	81,33	76,44	83,11	240,89	80,30
T2	A1	B2	80,04	78,12	77,24	235,41	78,47
T3	A1	B3	70,41	73,36	78,39	222,16	74,05
T4	A2	B1	86,47	89,51	87,56	263,53	87,84
T5	A2	B2	82,20	78,82	77,39	238,41	79,47
T6	A2	B3	76,90	74,82	79,06	230,78	76,93
T7	A3	B1	81,57	82,28	74,17	238,01	79,34
T8	A3	B2	87,29	66,39	65,94	219,62	73,21
T9	A3	B3	68,39	73,31	69,28	210,98	70,33

**Anexo 7.** Incremento del diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (mm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	5,50	5,11	6,22	16,83	5,61
T2	A1	B2	5,22	5,89	6,78	17,89	5,96
T3	A1	B3	5,06	5,56	5,22	15,83	5,28
T4	A2	B1	5,78	5,67	6,11	17,56	5,85
T5	A2	B2	5,89	5,78	5,67	17,33	5,78
T6	A2	B3	5,78	5,78	5,78	17,33	5,78
T7	A3	B1	5,61	5,11	5,56	16,28	5,43
T8	A3	B2	5,17	4,89	5,78	15,83	5,28
T9	A3	B3	5,56	6,00	5,12	16,68	5,56

**Anexo 8.** Incremento del diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (mm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	6,07	6,58	6,82	19,47	6,49
T2	A1	B2	6,36	6,78	6,93	20,06	6,69
T3	A1	B3	6,61	6,84	6,56	20,01	6,67
T4	A2	B1	7,39	7,39	7,00	21,78	7,26
T5	A2	B2	6,27	6,72	6,67	19,66	6,55
T6	A2	B3	6,83	7,11	6,72	20,67	6,89
T7	A3	B1	7,56	7,73	7,50	22,78	7,59
T8	A3	B2	6,00	6,11	7,17	19,28	6,43
T9	A3	B3	7,62	7,12	7,17	21,91	7,30

**Anexo 9.** Incremento del diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (mm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	8,72	8,33	8,94	26,00	8,67
T2	A1	B2	7,20	7,64	7,44	22,29	7,43
T3	A1	B3	7,92	7,99	7,20	23,11	7,70
T4	A2	B1	8,06	8,28	8,53	24,87	8,29
T5	A2	B2	7,67	8,37	8,44	24,48	8,16
T6	A2	B3	8,28	8,20	8,31	24,79	8,26
T7	A3	B1	8,83	8,70	8,00	25,53	8,51
T8	A3	B2	9,51	8,00	8,03	25,54	8,51
T9	A3	B3	9,39	8,20	8,72	26,31	8,77

**Anexo 10.** Incremento del diámetro basal de las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (mm).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	10,15	10,11	10,33	30,59	10,20
T2	A1	B2	8,63	8,78	9,40	26,81	8,94
T3	A1	B3	8,78	8,74	8,09	25,61	8,54
T4	A2	B1	10,26	10,41	10,67	31,33	10,44
T5	A2	B2	8,44	10,22	9,61	28,28	9,43
T6	A2	B3	9,08	9,59	10,20	28,87	9,62
T7	A3	B1	10,50	10,21	9,73	30,44	10,15
T8	A3	B2	11,72	9,33	8,96	30,01	10,00
T9	A3	B3	10,56	9,89	10,94	31,39	10,46

**Anexo 11.** Número de brotes en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	3,33	3,11	3,44	9,89	3,30
T2	A1	B2	3,00	3,22	4,56	10,78	3,59
T3	A1	B3	2,67	4,67	3,44	10,78	3,59
T4	A2	B1	3,33	3,22	3,44	10,00	3,33
T5	A2	B2	3,56	3,56	3,44	10,56	3,52
T6	A2	B3	3,89	3,44	3,44	10,78	3,59
T7	A3	B1	3,22	3,11	2,67	9,00	3,00
T8	A3	B2	3,89	2,89	2,89	9,67	3,22
T9	A3	B3	3,78	3,56	3,00	10,33	3,44

**Anexo 12.** Número de brotes en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	16,11	14,78	17,33	48,22	16,07
T2	A1	B2	16,00	15,22	16,00	47,22	15,74
T3	A1	B3	11,44	9,56	10,67	31,67	10,56
T4	A2	B1	16,22	17,56	18,22	52,00	17,33
T5	A2	B2	16,89	15,44	16,89	49,22	16,41
T6	A2	B3	11,00	10,89	9,60	31,49	10,50
T7	A3	B1	19,44	20,22	20,56	60,22	20,07
T8	A3	B2	24,11	12,11	11,11	47,33	15,78
T9	A3	B3	16,78	15,78	17,11	49,67	16,56

**Anexo 13.** Número de brotes en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	31,11	34,78	32,33	98,22	32,74
T2	A1	B2	31,00	29,22	34,00	94,22	31,41
T3	A1	B3	22,44	23,56	25,67	71,67	23,89
T4	A2	B1	34,00	33,56	35,00	102,56	34,19
T5	A2	B2	29,89	35,44	30,89	96,22	32,07
T6	A2	B3	26,00	27,89	23,60	77,49	25,83
T7	A3	B1	35,44	37,22	34,56	107,22	35,74
T8	A3	B2	38,11	27,11	25,11	90,33	30,11
T9	A3	B3	32,78	33,78	36,11	102,67	34,22

**Anexo 14.** Número de brotes en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	8,33	9,44	9,31	27,08	9,03
T2	A1	B2	10,89	11,56	11,30	33,75	11,25
T3	A1	B3	11,56	10,68	10,00	32,24	10,75
T4	A2	B1	9,22	8,89	10,56	28,67	9,56
T5	A2	B2	12,78	11,24	10,89	34,91	11,64
T6	A2	B3	11,56	11,22	11,78	34,56	11,52
T7	A3	B1	9,44	10,44	10,67	30,55	10,18
T8	A3	B2	14,44	12,44	13,30	40,18	13,39
T9	A3	B3	13,11	12,40	10,30	35,81	11,94

**Anexo 15.** Número de hojas en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 30 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	4,33	5,78	4,11	14,22	4,74
T2	A1	B2	4,00	4,67	4,44	13,11	4,37
T3	A1	B3	2,44	3,44	4,44	10,33	3,44
T4	A2	B1	3,33	5,33	3,44	12,11	4,04
T5	A2	B2	4,56	4,67	3,44	12,67	4,22
T6	A2	B3	4,89	4,11	3,89	12,89	4,30
T7	A3	B1	6,44	3,67	4,44	14,56	4,85
T8	A3	B2	4,78	4,44	3,89	13,11	4,37
T9	A3	B3	4,78	5,67	3,00	13,44	4,48

**Anexo 16.** Número de hojas en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 60 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	19,11	19,78	18,33	57,22	19,07
T2	A1	B2	19,00	17,22	18,00	54,22	18,07
T3	A1	B3	14,44	11,56	13,67	39,67	13,22
T4	A2	B1	19,22	20,56	21,22	61,00	20,33
T5	A2	B2	20,89	16,44	18,89	56,22	18,74
T6	A2	B3	13,00	14,89	12,60	40,49	13,50
T7	A3	B1	22,44	22,22	21,56	66,22	22,07
T8	A3	B2	21,11	16,11	13,11	50,33	16,78
T9	A3	B3	20,78	16,78	20,11	57,67	19,22

**Anexo 17.** Número de hojas en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 90 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	25,11	27,78	23,33	76,22	25,41
T2	A1	B2	27,30	26,22	25,01	78,53	26,18
T3	A1	B3	21,44	20,56	22,67	64,67	21,56
T4	A2	B1	26,22	24,56	27,22	78,00	26,00
T5	A2	B2	26,89	28,44	26,89	82,22	27,41
T6	A2	B3	21,56	20,89	22,60	65,05	21,68
T7	A3	B1	29,44	28,22	29,56	87,22	29,07
T8	A3	B2	33,11	32,11	30,11	95,33	31,78
T9	A3	B3	30,78	29,78	28,11	88,67	29,56

**Anexo 18.** Número de hojas en las plantas de *A. acuminata* Kunth, a los 120 días de incorporar el fertilizante (10N – 30P – 10K), en (#).

Tratamiento	Factor (A)	Factor (B)	REPETICIONES			Sumatoria	Media
	Dosis	Frecuencia	I	II	II		
T1	A1	B1	48,56	55,33	50,78	154,67	51,56
T2	A1	B2	50,30	48,11	47,45	145,86	48,62
T3	A1	B3	38,33	35,56	40,78	114,67	38,22
T4	A2	B1	48,78	50,44	51,89	151,11	50,37
T5	A2	B2	52,33	49,56	49,22	151,11	50,37
T6	A2	B3	39,45	39,89	35,09	114,43	38,14
T7	A3	B1	58,33	54,11	55,56	168,00	56,00
T8	A3	B2	64,00	52,67	47,11	163,78	54,59
T9	A3	B3	56,33	52,22	51,22	159,77	53,26

**Anexo 19.** Selección del área de investigación.



**Anexo 20.** Hoyado y plantación de *A. acuminata* Kunth.



**Anexo 21.** Toma de datos en campo de (altura y diámetro basal), de *A. acuminata* Kunth.



**Anexo 22.** Toma de datos en campo (número de brotes y hojas), de *A. acuminata* Kunth.



**Anexo 23.** *A. acuminata* Kunth, a los 30 y 60 días de realizar la plantación.



**Anexo 24.** *A. acuminata* Kunth, a los 90 y 120 días de realizar la plantación.



**Anexo 25.** Vista del área de estudio con sus respectivos tratamientos de *A. acuminata* Kunth.



**Anexo 26.** Resultado e interpretación del análisis químico del suelo



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS**



Nombre del propietario: José Anilema  
 Remitente:

Fecha de ingreso: 04/05/2016  
 Fecha de salida: 16/05/2016

Ubicación: Comunidad Tiocajas      Guamote      Guamote      Chimborazo  
 Nombre de la granja      Parroquia      Cantón      Provincia

**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO**

Identificador	pH	%			
		M.O	NH4	P	K
Suelo	6.99 N	0.7 B	7.3 B	76.9 A	0.46 B

CODIGO	
N: Neutro	A: Alto
Alc: Alcalino	M: Medio
	B: Bajo

*José Arcos T.*  
 Ing. José Arcos T.  
 JEFE LAB. DE SUELOS



*Elizabeth Pachacama*  
 Ing. Elizabeth Pachacama  
 TÉCNICO DE LABORATORIO