# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

## ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

# DOSIS DE FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN CONTROLADA (BASACOTE 6M) EN LA BIOMETRÍA DE *Dipteryx odorata* (SHIHUAHUACO) EN LA ETAPA DE VIVERO, UCAYALI – PERÚ

**Tesis para optar el título profesional de**

**INGENIERO FORESTAL**

**DANIEL MESIAS GALVEZ**

**Pucallpa, Perú**

**2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
**COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS**

## ACTA DE APROBACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
## N° 445 /2023-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:00 horas del día viernes 09 de Febrero del 2023, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, los mismos que estuvo designados con número de Acta 005-2021, conformado por los siguientes docentes:

| | |
|---|---|
| Dr. Carlos Enrique Fachin Matos | Presidente |
| Dr. Aparicio Limache Alonzo | Miembro |
| Dr. Fernando Velásquez de la Cruz | Miembro |

Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **"DOSIS DE FERTILIZANTE DE LIBERACION CONTROLADA (BASACOTE 6M) EN LA BIOMETRIA DE *Dipteryx Odorata* (SHIHUAHUACO) EN LA ETAPA DE VIVERO, UCAYALI-PERU"**, presentado por los bachilleres **DANIEL MESIAS GALVEZ**, asesorados por el **Dr. Cesar Mori Montero**, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las 12:00 horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

Dr. Carlos Enrique Fachin Matos
Presidente

Dr. Aparicio Limache Alonzo
Miembro

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz
Miembro

# ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dr. Carlos Enrique Fachin Matos

Presidente

Dr. Aparicio Limache Alonzo

Miembro

Dr. Fernando Velásquez de la Cruz

Miembro

Dr. Cesar Mori Montero

Asesor

Bach. Daniel Mesías Gálvez

Tesista

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
## SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**Nº V/0023-2023.**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado: **"DOSIS DE FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN CONTROLADA (Basacote 6m) EN LA BIOMETRÍA DE DIPTERYX ODORATA (shihuahuaco) EN LA ETAPA DE VIVERO, UCAYALI – PERÚ"**

| | | |
|---|---|---|
| Autor(es) | : | **MESIAS GALVEZ, DANIEL** |
| Facultad | : | **CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES** |
| Escuela | : | **ING. FORESTAL** |
| Asesor(a) | : | **Dr. MORI MONTERO, CÈSAR** |

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un porcentaje de similitud **6%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia

**Fecha: 25/01/2023**

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

## Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, DANIEL MESIAS GALVEZ

Autor de la tesis titulada: "DOSIS DE FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN CONTROLADA (BASACOTE 6M) EN LA BIOMETRIA DE DIPTERYX ODORATA (SHIHUAHUACO) EN LA ETAPA DE VIVERO, UCAYALI - PERÚ"

Sustentada el año: 2023

Asesor(a): Dr. CESAR MORI MONTERO

Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional: INGENIERIA FORESTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

**Primero**: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo**: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 09/02/2023

Email: damega_cinl@hotmail.com Firma:

Teléfono: 948729749 DNI: 43429349

## DEDICATORIA

Este agradecimiento va dirigido en primer lugar a Dios, que me ha dado la fortaleza espiritual y física para continuar en este largo camino. A mi familia que estuvo en los momentos más duros, tiene mi agradecimiento eterno por velar por mis sueños y mi querido hijo que siempre estuvo conmigo a mi lado ayudando y acompañando durante esta investigación.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser la fuerza de mi vida, ya que me ha demostrado que es posible alcanzar mis metas profesionales con esfuerzo y sacrificio.

Al Ing. Jorge Chávez Rodríguez, por el gran apoyo y preocupación por la ejecución de este trabajo de investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Ucayali, por impartirme sus múltiples conocimientos en el desarrollo del presente estudio.

A mi asesor, Dr. César Mori Montero, por brindarme su orientación y guía para el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

**Pág.**

DEDICATORIA ..... vi

AGRADECIMIENTO ..... vii

ÍNDICE DE CONTENIDO ..... viii

ÍNDICE DE TABLAS ..... xi

ÍNDICE DE FIGURAS ..... xii

RESUMEN ..... xiii

ABSTRACT ..... xv

INTRODUCCIÓN ..... xvi

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 1

1.1. Descripción del Problema. ..... 1

1.2. Formulación del Problema. ..... 4

1.2.1. Problema General. ..... 4

1.2.2. Problemas Específicos. ..... 4

1.3. Justificación ..... 4

1.4. Objetivos de la Investigación ..... 6

1.4.1. Objetivo General ..... 6

1.4.2. Objetivos Específicos ..... 6

1.5. Hipótesis y/o Sistema de Hipótesis ..... 6

1.5.1. Hipótesis General ..... 6

1.5.2. Hipótesis Específicas ..... 7

1.6. Variables ..... 8

1.6.1. Variable Independiente ..... 8

1.6.2. Variable Dependiente ..... 8

1.6.3. Operacionalización de las variables …..……..8

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO…..……10

2.1. Antecedentes del Problema ……..10

2.2. Dosis de fertilizantes de liberación controlada Basacote (6M) ..... 13

2.2.1. Basacote..... 13

2.2.2. Biometría de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)……..……15

2.3. Definición de Terminos Básicos……..……..……16

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA ..... 18

3.1. Ubicación del Experimento ……...…….18

3.2. Método de Investigación. ..... 18

3.3. Población y Muestra. ..... 19

3.3.1. Población. ..... ……19

3.3.2. Muestra. ..... 20

3.4. Procedimiento de Recolección de Datos ……..……..……20

3.5. Diseño Estadístico……..……..…….21

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. ..... 22

3.6.1. Técnica ..... 22

3.6.2. Instrumento..……...……22

3.7. Procesamiento para la Recoleccion de Datos……..……..……..23

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 25

4.1. Crecimiento inicial de la altura de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes con dosis de 1g, 2g y 3g del fertilizante Basacote…… …...25

4.2. Crecimiento inicial del diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes con dosis de 1g, 2g y 3g del fertilizante Basacote. ..... 28

4.3. Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de T0 (0g), T1 (1g), T2 (2g), T3 (3g) del fertilizante Basacote de liberación controlada. ..... 30
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 34
5.1. Conclusiones. ..... 34
5.2. Recomendaciones. ..... 35
REFERENCIAS BIBBLIOGRÁFICAS**.** ..... 36
ANEXOS……..…….38
ANEXO 1: Matriz de Consistencia. ..... 39
ANEXO 2: Datos de la Evaluación de la Altura ..... 40
ANEXO 3: Datos de la Evaluación del Diámetro. ..... 41
ANEXO 4: Panel Fotográfico ..... 42

## ÍNDICE DE TABLAS

**Pág.**

**Tabla 1.** Operacionalización de las Variables……...…9

**Tabla 2**. Características de los tubetes forestales. ..... 16

**Tabla 3.** Formatos de recolección de datos cada 15 días..... 23

**Tabla 4.** Tratamientos promedios evaluados cada 15 días de la altura. ..... 25

**Tabla 5.** Análisis de varianza para el crecimiento de la altura. ..... 25

**Tabla 6.** Medias de los diferentes tratamientos sobre los incrementos de la altura.....26

**Tabla 7.** Agrupamiento de información utilizando Tukey y una confianza de 95%..26

**Tabla 8.** Tratamientos promedios evaluados cada 15 días del diámetro.....28

**Tabla 9.** Análisis de Varianza para el tratamiento del diámetro. ..... 28

**Tabla 10.** Medias de los diferentes tratamientos sobre los incrementos del diámetro. ..... 29

**Tabla 11.** Agrupamiento de información utilizando Tukey y una confianza de 95%.29

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Pág.**

**Figura 1**. Distribución de las plántulas en el contenedor o bandeja ..... 19

**Figura 2**. Esquema de Experimentación..... 21

**Figura 3.** Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 0g..... 30

**Figura 4.** Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 1g..... 31

**Figura 5.** Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 2g ….....31

**Figura 6.** Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 3g..... 32

## RESUMEN

El estudio se realizó en el vivero Forestal “Koman Reforesta”, ubicado entre las calles Jr. Copaiba y Jr. Callería, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Esta investigación se realizó porque las plantas en viveros son constantemente supeditadas a diferentes ensayos sobre tipos y dosificaciones de fertilización en Tubetes, que le brinda una mejor versatilidad y menores costos en cuanto a los producidos convencionalmente. En tal sentido, el objetivo de la investigación fue determinar la dosis del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero. Se utilizó 336 plántulas de la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), con cuatro tratamientos To (Testigo), T1 (1g), T2 (2g) y T3 (3g) de Basacote 6M, la medición se realizó cada 15 días por un periodo de 5 meses teniendo un total de 10 mediciones por cada tratamiento y repetición; se aplicó el diseño completamente al azar (DCA). El resultado indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos sobre el crecimiento de la altura de *Dipteryx odorata*, reportando el T2 una mayor altura frente a los demás tratamientos; en los resultados del diámetro, el tratamiento T2 es significativo al T0, pero no a los tratamientos T1 y T3 que presentan valores más bajos con respecto al T2 del presente experimento; cabe señalar que durante la evaluación de los plantones usados en esta investigación se observó que conforme se incrementaban las evaluaciones el tratamiento T2 presentaba una ligera ventaja con respecto a los otros tratamientos de esa manera los resultados fueron alentadores, ya que sí existe otra alternativa para una mejor preparación de las plantas en la etapa de vivero antes del campo definitivo. El estudio concluye que la

especie *Dipteryx odorata* en la dosis de 2g del fertilizante Basacote 6M de lenta liberación, se presenta como alternativa en el crecimiento biométrico en tubetes.

**Palabras clave:** Dosis de fertilizante (Basacote 6M), biometría, plántulas Dipteryx odorata (Shihuahuaco), tubetes.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the Forest nursery "Koman Reforesta", located between Jr. Copaiba and Jr. Callería streets, Yarinacocha district, Coronel Portillo province, Ucayali region. The growth of seedlings in nurseries is constantly subjected to different tests on types and dosages of fertilization in tubes, which provides greater versatility and lower costs in terms of those produced conventionally. In this sense, the objective of the research was to determine the dose of controlled release fertilizer (Basacote 6M) in the initial biometry of *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) seedlings in the nursery stage 336 seedlings of the species were used *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), with four treatments To (Control), T1 (1g), T2 (2g) and T3 (3g) of Basacote 6M, the measurement was made every 15 days for a period of 5 months, having a total of 10 measurements for each treatment and repetition; the completely randomized design (DCA) was applied; having as a result and conclusion that there are no significant differences between the treatments on the growth of the height of *Dipteryx odorata*, with T2 having a greater height; for the diameter, treatment T2 is significant at T0, but not for treatments T1 and T3, which present lower values. From the present experiment it is concluded that the species *Dipteryx odorata* in the dose of 2g of the slow release Basacote 6M fertilizer, is presented as an alternative in the biometric growth in tubes.



**Keywords:** Nursery, fertilizer, dose, tubes, seedling, biometrics.

# INTRODUCCIÓN

Ante el interés de reforestar diferentes especies forestales nativas y foráneas en la región, la demanda de plantones es significativo, por lo que los productores de plantones se han visto en la necesidad de adoptar nuevas técnicas de producción de plantones, como es el caso de las plantas producidos en tubetes, que le da una ventaja al viverista frente a los producidos en bolsas. Entre esta ventaja se tiene la producción, velocidad de germinación, obtención de sustratos adecuados, crecimientos óptimos de las plantas, etc.

Las especies forestales producidas en los diferentes viveros, están mejorando en su biometría, debido a que están sometidos a constantes ensayos con diferentes fertilizantes ya sean orgánicos e inorgánicos, por lo que en la búsqueda de la biometría óptima sobre los cientos de especies forestales comerciales existentes en la región; esta búsqueda tomará su tiempo, ya que representa con urgencia para los productores de plantas reducir el tiempo y el costo en la presentación final de una especie forestal.

Muy pocos estudios se realizaron con fertilizaciones de liberación lenta aplicados a especies forestales y mucho menos al Shihuahuaco, que es una especie representativa en la selva tropical y que va camino a su desaparición por su apreciada madera que es muy cotizada, con un elevado valor monetario en el mercado local, nacional e internacional.

Tal presión sobre su extracción por los madereros legales e ilegales, ha hecho que la especie sea declarada por las autoridades competentes, como amenazada.

En tal sentido, la necesidad de encontrar mejores respuestas a su crecimiento en la etapa de vivero en tubetes, se realizó la investigación que tuvo como objetivo

cuantificar el efecto de tres dosis (1g; 2g; 3g) de fertilizantes de liberación controlada (Basacote 6M), en el crecimiento de la planta *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) cultivada en tubetes en vivero.

# CAPÍTULO I

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción del Problema

En la actualidad el trabajo o el proceso de producción de plantas en vivero es escasamente usada pues de aquí el no tener información sobre esta práctica, como también el uso de fertilizantes inadecuada para el tipo de planta correspondiente, es de esta manera, que se intenta resolver el problema del desconocimiento de qué tipo o que dosis de fertilizante es recomendable usar y para qué tipo de especie, en la etapa de vivero.

El uso de fertilizantes, como de cualquier agroquímico, debe estar justificado en base a un criterio técnico, teniendo en cuenta la necesidad de aportar nutrientes y considerando todos los factores que afectan la reserva, disponibilidad y absorción de los mismos, que varían de un vivero a otro. Antes de elegir el fertilizante, es necesario tener ajustado previamente el sistema de producción de plantas: tipo de envase, sustrato, riego, épocas de siembra y de venta de los plantines, etc.

Los fertilizantes se pueden diferenciar de acuerdo a los nutrientes que contienen (con macronutrientes, con micronutrientes, con macro y micronutrientes), de acuerdo a su origen (orgánico o sintético) y de acuerdo a su presentación comercial (líquidos, sólidos solubles, o sólidos de liberación controlada). Para usar fertilizantes sólidos solubles o líquidos concentrados se definirá con qué frecuencia se fertilizará según el personal y los equipos disponibles, la calidad del agua para riego y la compatibilidad de los fertilizantes

en cuanto a su solubilidad: Algunas sustancias son incompatibles o presentan solubilidad reducida. Algunos compuestos que forman parte de los fertilizantes, pero que solo son absorbidos en pequeñas dosis por las plantas, quedan disueltos y pueden aumentar la salinidad del medio de crecimiento. El “índice relativo de sales” indica la potencialidad del fertilizante de producir sales solubles en la solución del medio de crecimiento, debiéndose preferir aquellos fertilizantes con menor valor de ese índice.

La concentración de la solución fertilizante se define en función de los requerimientos diarios de cada etapa del cultivo y la frecuencia de aplicación deseada: cuanto menos frecuentes las fertilizaciones, más concentradas deberán ser las soluciones. Por cuestiones operativas usualmente se fertiliza de una a tres veces por semana, debiendo aplicarse soluciones fertilizantes concentradas. Esto puede ocasionar pérdida de nutrientes por lavado, lixiviación o baja capacidad de retención de agua, o consumo excesivo de los nutrientes disponibles, resultando en problemas de deficiencia o toxicidad de nutrientes que se manifiestan como reducción o deformaciones del crecimiento, coloración diferente, tejidos blandos, o hasta aparición de enfermedades.

También puede agregarse fertilizante de liberación controlada al sustrato, en cuyo caso la mezcla se debe hacer con poca anticipación antes de llenar las macetas, para evitar que los nutrientes comiencen a liberarse antes de que la planta pueda aprovecharlos. Para un uso eficiente de este tipo de fertilizantes se debe tener en cuenta que el tiempo medio de liberación de nutrientes indicado por el fabricante se ha calculado para condiciones determinadas de temperatura y humedad; en condiciones de cultivo no solo puede variar el tiempo de liberación de nutrientes sino cuándo se liberan, aspectos que deberían coincidir

con la etapa de desarrollo de los plantones en la que mayor demanda nutricional presenten y el tiempo necesario para lograr plantones en condiciones de ir al campo. Otra consideración importante es la homogenización al mezclar este tipo de fertilizante con el sustrato.

Cuando se van a utilizar fertilizantes comerciales preparados es necesario conocer qué nutrientes aportan, qué concentración de cada nutriente contienen, y determinar si es necesario ajustar esos nutrientes agregando otros fertilizantes. Algunos de estos fertilizantes contienen solo nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K), otros contienen además magnesio y azufre y otros algunos micronutrientes.

El plan de fertilización debe armarse para procurar proporcionar todos los nutrientes en forma balanceada, y debe ajustarse en base a los resultados obtenidos en la situación operativa de cada vivero y cada vez que se modifica algo de la forma de producir los plantines, como cambio del sustrato, la maceta, o el riego. Por ese motivo, resulta poco conveniente adoptar un plan de fertilización ajustado para otro vivero; lo más recomendable es partir de una base y adecuarlo al propio sistema productivo.

Por todo esto se necesita conocer el uso adecuado del fertilizante con respecto a la especie en sí, todo dependerá del buen análisis el estudio y avaluación de los ensayos que se presentan en los resultados.

En el estudio se resolvió el siguiente problema general y específicos de investigación:

## 1.2. Formulación del Problema

### 1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es la dosis (1g, 2g, 3g) del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿La aplicación de fertilizante de liberación controlada en diferentes dosis (1g; 2g; 3g) en tubetes, tendrá mejores resultados en el crecimiento inicial de la altura en la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)?
- ¿La aplicación de fertilizante de liberación controlada en diferentes dosis (1g; 2g; 3g) en tubetes, tendrá mejores resultados en el crecimiento inicial del diámetro del tallo en la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)?

## 1.3. Justificación

La deforestación en el Perú avanza a pasos agigantados, siendo las especies maderables las más afectadas debido a su gran demanda en el mercado nacional e internacional; dentro de ellas encontramos a la *Dipteryx odorata*, comúnmente conocida como Shihuahuaco, cuya madera resulta manejable para acabados finos.

Quispe (2015), indica que una característica de las plantaciones forestales en Perú en la actualidad es su relativa baja productividad, resultado de un deficiente manejo silvicultural, del uso de semillas de baja calidad genética, de la escasa aplicación de técnicas de mejoramiento de suelos y de la falta de criterios sólidos para la selección de sitios. Algunos estimados de incrementos medios anuales de plantaciones varían entre 5 y 7 $m^3$ /ha/año en Sierra y 15 y 20 $m^3$ /ha/año en selva.

Se han realizado muchas investigaciones con aplicaciones técnicas para la reproducción y crecimiento acelerado de especies forestales en etapa de vivero, buscando que éstas resulten con buen tamaño y resistentes cuando sean trasplantadas a campo definitivo para los diferentes fines como el de aprovechamiento y recuperación de bosques.

El mercado de fertilizantes de liberación controlada (FLC) surgió de la necesidad para resolver problemas económicos y ecológicos de fertilización aplicada en hortalizas y frutales. Ante los buenos resultados, este mercado se ha expandido recientemente al sector forestal, y se aplica principalmente en especies adaptadas a zonas templadas de países desarrollados. En consecuencia, la información sobre FLC en especies forestales maderables tropicales es escasa (Rose *et al.,* 2004).

Hoy en día, la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), está amenazado por su descontrolada extracción y es muy requerida en el mercado nacional e internacional, en tal sentido, ha tomado mucha importancia para los silvicultores, viveristas y grupos de investigación; por tal motivo, mediante ésta investigación buscó conocer su comportamiento en vivero, con el uso de fertilizantes de lenta liberación en tubetes para conocer la biometría de la especie.

## 1.4. Objetivos de la Investigación

### 1.4.1. Objetivo General

- Determinar la dosis (1g, 2g, 3g) del fertilizante de liberación controlada Basacote 6M) en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el crecimiento inicial de la altura de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 1g, 2g, 3g del fertilizante Basacote de liberación controlada.
- Determinar el crecimiento inicial del diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 1g, 2g, 3g del fertilizante Basacote de liberación controlada.

## 1.5. Hipótesis y/o Sistema de Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis General

- Ha: Las dosis del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) es determinante en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero.
- Ho: Las dosis del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) no es determinante en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero.

### 1.5.2. Hipótesis Específicas

- **Ha:** La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 1g, en la fase de vivero influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.
- **Ho:** La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 1g, en la fase de vivero no influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.

- **Ha**: La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 2g, en la fase de vivero influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes
- **Ho:** La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 2g, en la fase de vivero no influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.

- **Ha**: La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 3g, en la fase de vivero influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.
- **Ho:** La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 3g, en la fase de vivero no influye en el

crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.

## 1.6. Variables

### 1.6.1. Variable Independiente

- Dosis de fertilizante.

### 1.6.2. Variable Dependiente

- Biometría de la plántula.

### 1.6.3. Operacionalización de las variables

- Las variables fueron manejadas de acuerdo a la recolección de datos de la altura y diámetro.

**Tabla 1**

***Operacionalización de las Variables***

| Variables | Definición Conceptual | Dimensión | Sub Dimensiones | Operacionalización | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Indicador | Tipo de variable |
| **V. Independiente**<br><br>Dosis de fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) | La liberación de nutrientes está estrictamente controlada en el tiempo (aproximadamente 6 meses) mediante un proceso físico de difusión Mezclar uniformemente la dosis recomendada del fertilizante con la tierra destinada a tapar el hoyo de plantación. | Número de medida por cada tratamiento | Medición cada 15 días | 1 gramos | Numérica Razón |
| | | | Total de 10 mediciones | 2 gramos | Numérica Razón |
| | | | Presupuesto para las mediciones | 3 gramos | Numérica Razón |
| **V. Dependiente**<br><br>Biometría inicial de la plántula | Una biometría es un análisis de actividades y fenómenos biológicos. Se trata de un examen que puede centrarse en estadísticas o apuntar a lo medible con respecto a las vegetales. | Altura de la planta | crecimiento en altura por periodos de 15 días | Altura (cm) | Numérica Razón |
| | | Diámetro del tallo | crecimiento en diámetro por periodos de 15 días | Diámetro (mm) | Numérica Razón<br>Numérica Razón |

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes del Problema

Entre los fertilizantes en uso en México, los de liberación controlada o lenta presentan ventajas con respecto a los fertilizantes hidrosolubles de rápida entrega (Aarnio et al., 2003; Rose, Arellano y Haase, 2004 y Akelah, 2013); pues su habilidad de suministrar nutrientes en forma gradual a las plantas en periodos más prolongados mediante una sola aplicación, reduce la probabilidad de causar toxicidad y disminuye la pérdida por lixiviación (Aarnio et al., 2003 y Albano et al., 2006).

Rose, Arellano y Haase (2004), mencionan que los productores de Pinus radiata y Eucalyptus spp. de Brasil, Chile y Argentina aplicaron Osmocote® en la etapa de vivero con resultados exitosos. En Estados Unidos, Walker y Huntt (1992) reportaron un mejor desempeño en campo al aplicar Sierra 17N-6P-12K Agriform® a Pinus jeffreyi en la etapa de vivero. En Canadá, Haase, Rose y Trobaugh (2006) obtuvieron mayores incrementos en altura, diámetro basal, volumen del tallo y reservas internas de nutrientes en plantas de abeto (*Pseudotsuga menziesii*) al aplicar fertilizantes de lenta liberación, que al emplear fertilizantes solubles convencionales. En México, Mateo, Bonifacio, Perez, Capulin y Mohedano (2011) reportaron un mayor crecimiento en altura, diámetro, biomasa aérea, biomasa radical e índices de calidad en cedro (*Cedrela odorata*) con la aplicación de Osmocote® (15N-9P-12K).

Rada (2014), indica que la limitación de recursos económicos implica que la producción de plantas forestales se realice en el menor tiempo posible y que presenten buena calidad, lo cual permitirá lograr el éxito en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones.

Paredes y Wolf (2015), indica que los tubetes para plantones forestales debido a su reducido tamaño son versátiles para el manejo en vivero y transporte; sin embargo, su reducido tamaño requiere de un sustrato mejorado.

García (2019), puso a prueba tres sistemas de producción de plántulas, utilizando tubetes de 20 cm de longitud y bolsas de polietileno de ½ Kg con la finalidad de determinar cuan influyente son estos sobre el desarrollo fisiológico de las plántulas de Manchinga.

Los resultados manifiestan que el tratamiento T2 (sistema de producción en tubetes) fue el que obtuvo mejores respuestas ante todas las variables estudiadas, llegando a alcanzar promedios de 96% de germinación, 4.5% de mortandad, 30.88 cm de altura, 0.70 cm de diámetro de tallo, 18 cm longitud de tallo, 10.33 hojas por plántula y 95% de prendimiento en campo definitivo, con un valor de Beneficio/Costo de 3.70, consiguiendo S/ 224,406.00 nuevos soles de beneficio neto al año (García, 2019).

Escamilla et al., (2015), evaluó el crecimiento de plantas de teca mantenidas durante dos meses en tubetes de polietileno expandido de 310 $cm^3$, con un sustrato de vermiculita, agrolita y "peat moss", el cual se mezcló con Basacote® (16N-8P-12K), Osmocote® (15N-9P-12K) y Multicote® (18N-6P-12K), en tres dosis cada uno: 10 (baja), 20 (media) y 30 kg $m^{-3}$ (alta), más un testigo sin fertilización.

En sus resultados, Escamilla et al., (2015) muestra que las plantas fertilizadas con Osmocote en las dosis media y alta presentaron el mayor crecimiento en todas las variables morfológicas; sin embargo, las plantas de mayor calidad en los índices IR, BA/BR e ICD, correspondieron a las fertilizadas con Basacote en todas sus dosis y a las fertilizadas con Osmocote en la dosis más baja.

En la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali se realizaron experimentos de enraizamiento de estacas de *Dipteryx odorata*, que aún no se logran resultados óptimos; en tal sentido, los viveros presentan mejores condiciones de producción con semillas, cuyas condiciones son muy manejables o conocidas; pero falta determinar las técnicas adecuadas para producir plantones en tubetes a muy bajo costo con dosis adecuadas de fertilizantes que son usados para el crecimiento.

Es así, que a nivel de viveros se tiene muy poca investigación en cuanto a la conservación, viabilidad y germinación de semillas, crecimiento inicial en tubetes, sustrato y fertilización sobre el Shihuahuaco.

Otro de los componentes más utilizado en los viveros es el fertilizante inorgánico, cuyo uso es empírico o por las indicaciones del laboratorio, pero que no todas las especies asimilan las proporciones indicadas.

El mercado de Fertilizantes de Liberación Controlada (FLC) busca resolver problemas económicos y ecológicos de fertilización aplicada en hortalizas y frutales. Ante los buenos resultados, este mercado se ha expandido recientemente al sector forestal, y se aplica principalmente en especies adaptadas a zonas templadas de países desarrollados. En consecuencia, la

información sobre FLC en especies forestales maderables tropicales es escasa (Rose, Arellano y Haase, 2004).

*Dipteryx odorata* en la fase de vivero, no tiene aplicaciones técnicas para la reproducción y crecimiento acelerado en tubetes, que permita ganar tiempo y tamaño, y éstas resulten resistentes cuando sean trasplantadas a campo definitivo para los intereses industriales y/o ecológicos que persiguen según sea el fin.

## 2.2. Dosis de fertilizantes de liberación controlada Basacote (6M)

El uso de fertilizantes de liberaciones lentas, controladas y estabilizadas (SCRSF en inglés) otorga grandes ventajas a los agricultores: permiten ahorrar insumos, labores, energía y tiempo, pero además permiten aumentar la eficiencia de uso del agua (Redagrícola, 2016).

Entre todos los SCRSF, los productos recubiertos (coated) son los que más crecen en EE.UU. y Japón. En la India, en tanto, los productos de urea recubierta con neem han visto explotar su consumo desde hace 5 años impulsados por políticas estatales y en China estas tecnologías siguen creciendo (Redagrícola, 2016).

El 90% de lo utilizado en Estados Unidos y Canadá son fertilizantes de liberación lenta y controlada. Sudamérica es un mercado en desarrollo, que se espera que crezca con fuerza, en base a la sustitución de productos menos eficientes. En general el futuro de los SCRSF se ve brillante. Sus principales desventajas siguen siendo sus altos costos por tonelada, comparados con los fertilizantes convencionales (Redagrícola, 2016).

Redagrícola (2016), indica sobre las características que le confieren a este grupo el nombre de “liberación controlada” son: los nutrientes contenidos en el centro, la composición especial del recubrimiento hecha de resinas poliméricas y el control exhaustivo de su grosor.

Una vez manufacturado este producto, su tasa de liberación sólo depende del agua en torno al gránulo y de la temperatura ambiente. El factor microorganismos, que es relevante en los fertilizantes recubiertos con azufre, deja de tener importancia en este caso (Redagrícola, 2016).

Redagrícola (2016), explica que el mecanismo de liberación de nutrientes se logra en dos etapas. Una vez aplicado el producto en el suelo o sustrato y expuesto a la humedad, el vapor del agua infiltra en el gránulo de fertilizante que contiene la sal completamente soluble y crea una solución concentrada con alta presión osmótica.

Esta presión elevada dentro del gránulo lleva a la solución fertilizante a través de los microporos del recubrimiento hasta el suelo o sustrato. Un porcentaje estimado de entre el 10 y 20% de los nutrientes contenidos inicialmente dentro del gránulo, nunca serán liberados desde este, porque la presión disminuye cuando la mayor parte de los nutrientes han sido liberados (Redagrícola, 2016).

### 2.2.1. Basacote

Portal Tecnoagrícola (2019), indica que el fertilizante NPK complejo granulado con liberación controlada de nutrientes, está totalmente recubierto mediante un polímero; además contiene elementos secundarios y micronutrientes, se recomienda su uso en parques, jardineras, jardinería,

plantas ornamentales y viveros, para utilizar en suelo sustrato. Fabricado con ácido fosfórico, proporciona una reacción de pH ácida y con un 90% de solubilidad en agua.

Este producto presenta una liberación controlada de nutrientes que proviene de los gránulos recubiertos vía difusión en función de humedad y temperatura. Liberación ajustada del producto durante 8-9 meses en condiciones templadas (Portal Tecnoagrícola, 2019).

**Composición del Basacote:**

**NITRÓGENO 16% + FÓSFORO 8% + POTASIO 12%. GR** »Equilibrio 1-0’5-0’75.» Composición: N total 16% (N amoniacal 8.6%; N nítrico 7.4%); fósforo 8%; potasio 12%; azufre 12% (S); magnesio 2%; boro 0.02%; cobre 0.05%; hierro 0.4%; manganeso 0.06%; molibdeno 0.015%; zinc 0.02%. Granulometría del 90% de 2-4 mm (Portal Tecnoagrícola, 2019).

### 2.2.2. Biometría de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)

La tecnología de tubetes forestales para viveros, un sistema ambientalmente amigable basado en tubos cónicos soportado por una malla flotante, que además significa una mayor rentabilidad y un mejor desarrollo de las plántulas (Plásticos, 2009).

Esta tecnología de tubetes también se aplica en la producción de plantas ornamentales y frutales. Las principales ventajas de esta tecnología es que garantizan una perfecta formación de las raíces de los plantones. A diferencia de sembrar en bolsas de polietileno, que provoca que las raíces de las plantas

se enrollen, el tubete está dotado de una ranura que permite que éstas se desarrollen en forma radicular (hacia abajo) y mejor distribuidas (Plásticos, 2009).

**Tabla 2**

***Características de los tubetes forestales***

| CARACTERÍSTICAS | TUBETE - CÓDIGO | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **T53** | **T115** | **T180** | **T280** |
| Capacidad ($cm^3$) | 53 | 115 | 180 | 280 |
| Peso (g) (+/-2) | 10 | 17 | 20 | 30 |
| Diámetro Externo Superior (mm) (+/-1) | 34 | 46 | 63 | 63 |
| Diámetro Interno Superior (mm) (+/-1) | 28 | 37 | 51 | 50 |
| Altura (mm) (+/-1) | 125 | 141 | 130 | 173 |
| Furo-Diámetro Agujero Inferior (mm) (+/-1) | 13 | 16 | 13 | 20 |
| Estrías Interiores: Verticales, Rectas, enteras (máximo) | 6 | 6 | 8 | 8 |
| Estrías Exteriores: Verticales y Rectas | - | - | - | - |
| Diámetro de Anillo Reforzado (mm) (+/-1) | - | - | - | 14 |
| Color | Negro | Negro | Negro | Negro |
| Material de fabricación | Polipropileno | Polipropileno | Polipropileno | Polipropileno |

Fuente: Quispe (2018).

## 2.3. Definición de Términos Básicos

- **Basacote:** Fertilizante de lenta liberación, cuyos componentes principales son el nitrógeno, potasio, carbono (Portal Tecnoagrícola, 2019).

- **Dosis:** La cantidad de una sustancia administrada a un organismo. La dosis administrada puede ser diferente de la dosis absorbida, y, a su vez,

la dosis efectiva que actúa sobre algún órgano, es una fracción tanto de la dosis absorbida como de la dosis administrada (Infojardin, s.f.).

- **Fertilizante:** Abono encargado de fortalecer el suelo o la planta de acuerdo a su composición de nutrientes. Los fertilizantes son unas sustancias de diferente naturaleza que tienen que ser empleadas en circunstancias específicas para que den buenos resultados (Biofeed Ibérica, 2021).

- **Tubetes:** Es un sistema ambientalmente amigable basado en tubos cónicos soportado por una malla flotante, que además significa una mayor rentabilidad y un mejor desarrollo de las plántulas (Plásticos, 2009).

- **Vivero Forestal:** Es un sitio que cuenta con un conjunto de instalaciones, equipo, herramientas e insumos, en el cual se aplican técnicas apropiadas para la producción de plántulas forestales con talla y calidad apropiada según la especie, para su plantación en un lugar definitivo, con el consecuente mejoramiento ambiental. Un lugar de permanencia de las plantas en su proceso de multiplicación de cuyas características manejo y atención dependerá en gran parte de calidad de los individuos producidos (EcuRed, s. f.).

# CAPÍTULO III

# METODOLOGÍA

## 3.1. Ubicación del Experimento

El experimento se desarrolló en el Vivero Forestal “KOMAN REFORESTA”, ubicado entre las calles Jr. Copaiba y Jr. Callería, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

## 3.2. Método de Investigación

La investigación resultó Cuantitativa Experimental, porque se evaluaron la medición cada 15 días por un periodo de 5 meses teniendo un total de 10 mediciones por cada tratamiento y repetición, donde los indicadores fueron evaluados para determinar el crecimiento inicial de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) con diferentes dosis de fertilizantes de liberación controlada (Basacote 6M) en 1g, 2g y 3g. Después, se llevó a cabo el procesamiento de los datos, el análisis estadístico correspondiente, para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos establecidos con respecto al testigo.

Tamaño del Experimento: El número de tratamientos empleados en el experimento fueron 4, cada tratamiento contó con 3 repeticiones y cada repetición con 28 plántulas de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), haciendo un total de 336 plántulas, todas de la misma edad y lugar de procedencia para evitar generar más variables que puedan crear desigualdad entre tratamiento.

**Figura 1**

***Distribución de las plántulas en el contenedor o bandeja***

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| o | o | o | o | o | o | o | o | o |
| o | x | x | x | x | x | x | X | o |
| o | x | x | x | x | x | X | X | o |
| o | X | x | x | x | x | x | X | o |
| o | X | x | x | x | x | x | x | o |
| o | o | o | o | o | o | o | o | o |

O = Plántulas de efecto de borde

X = Plántulas del experimento

A continuación, se representa una de las bandejas conteniendo 54 plantas, pero por efecto de borde solo se evaluaron las internas que son en total 28 plantas por bandeja teniendo en cuenta que cada tratamiento cuenta con tres repeticiones.

Para este tipo de ensayo el tipo de diseño que se ajusta mejor es la de un DCA ya que se ajusta al modelo del experimento y a los objetivos propuestos.

## 3.3. Población y Muestra

### 3.3.1. Población

La población fue finita, conformada por 648 plántulas de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), que fueron germinadas en el Vivero de Koman Reforest – Yarinacocha, cuya procedencia de las semillas fueron del distrito de Nueva

Requena (-8,282118; -74,850673), las cuales fueron trasplantadas hacia los tubetes a una edad de 4 semanas y se aplicaron las distintas dosis para cada tratamiento y repetición que después fueron evaluadas.

### 3.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 336 plántulas de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), que fueron evaluadas después de haber sido instaladas en los diferentes tratamientos del ensayo, distribuidos de la siguiente manera:

$T_0$: 28 plantones x 3 repeticiones = 84 plantones.

$T_1$: 28 plantones x 3 repeticiones = 84 plantones.

$T_2$: 28 plantones x 3 repeticiones = 84 plantones.

$T_3$: 28 plantones x 3 repeticiones = 84 plantones.

## 3.4. Procedimiento de Recolección de Datos

Se utilizó una caja de tubetes T180 que tuvo un total de 54 tubetes, en la cual, para evitar el efecto borde, sólo se evaluaron 28 plántulas del interior, dejando las 26 plantas en los bordes. Los tratamientos utilizados fueron:

To = Testigo.

T1 = 1g de Basacote.

T2 = 2g de Basacote.

T3 = 3g de Basacote.

Las plántulas aun mes de su germinación, fueron trasplantadas a los tubetes que contenían el sustrato elaborado anteriormente y f ueron aplicados

los tratamientos respectivos para su medición.

El sustrato consistió en la mezcla de tierra negra, gallinaza y cascarilla de arroz quemado, previamente se hizo madurar o llevarlo a un estado de humificación, para que sea asimilable por las plantas.

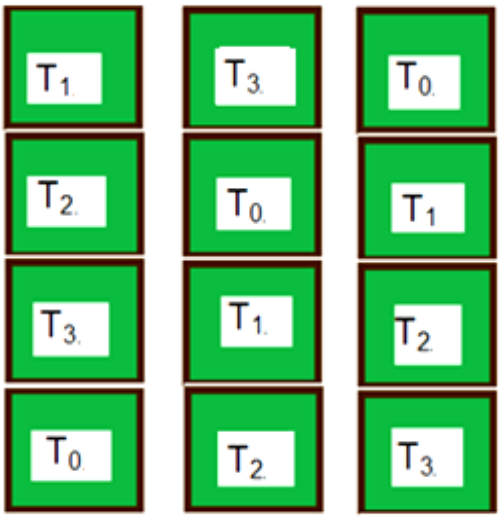
Todos los tratamientos (T0, T1, T2 y T3) estuvieron con la misma composición de sustrato (tierra negra, gallinaza y cascarilla de arroz quemado), en las proporciones siguientes: 60% de tierra, 20% de gallinaza, 20% de cascarilla, para el tratamiento To fue de 0 gramos de fertilizante por tubete, para el T1 fue de 1 gramo de fertilizante por tubete, para el T2 fue de 2 gramos de fertilizante por tubete, y para el T3 fue de 3 gramos de fertilizante por tubete, todas estas proporciones fueron por las 3 repeticiones por tratamiento.

## 3.5. Diseño Estadístico

En el presente experimento se utilizó un (DCA) Diseño Completamente al Azar, Diseño Completamente Aleatorio, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Se usó la prueba de promedios de Tukey con un nivel de significancia del 0.05.

**Figura 2**

***Esquema de Experimentación***



El modelo estadístico lineal fue el siguiente:

$$Yij = \mu + \tau i + eij$$

**Donde:**

i = 1, 2,…, t (t indica el número de tratamientos).

j = 1, 2,…, ri (con ri como el número de repeticiones en el tratamiento i-ésimo).

Yij : Variable aleatoria observada en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento.

μ = Factor constante (parámetro).

τ i = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad experimental.

eij = Error, valor de la variable aleatoria Error experimental.

## 3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

### 3.6.1. Técnica

La técnica empleada para la recolección de datos fue de observación directa donde se usó un formato pre diseñado para la recolección de los datos durante el tiempo ya mencionado con un intervalo de 15 días, evaluando las variables de diámetro, altura, el follaje y la masa radicular; en cada tratamiento y cada repetición, dichos datos fueron posteriormente descargados en un programa estadístico SPSS 25.

### 3.6.2. Instrumento

Para la recolección de datos se utilizó el siguiente formato para cada tratamiento:

**Tabla 3**

***Formatos de recolección de datos cada 15 días***

| ALTURA (cm) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Fecha: | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | | | | |
| B | | | | |
| C | | | | |
| Promedio | | | | |

| DIÁMETRO (mm) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Fecha: | Tratamientos | | | |
| Repetición | | | | |
| A | | | | |
| B | | | | |
| C | | | | |
| Promedio | | | | |

## 3.7. Procesamiento para la Recolección de Datos

La evaluación de los datos mostrados en la tabla 4, se realizó una vez que las plántulas tuvieron 7 días de germinado con mediciones de la altura y el diámetro, densidad de raíz y hojas.

Los datos se pasaron al Programa de Microsoft Office 2013 (Word y Excel). Posteriormente, los datos fueron procesados y representados en tablas y Gráficos de Barras.

El material genético utilizado en el experimento fue 336 plántulas de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)

Así mismo, los insumos y equipos utilizados fueron los siguientes:

- Vernier, sirvió para medir el diámetro de cada planta.
- Regla de 60 cm, se utilizó para medir la altura de cada planta
- Formatos, que se empleó para registrar las mediciones de cada tratamiento.
- Tubetes T180, donde estuvieron alojadas las plantas durante todo el trabajo de investigación.
- Equipo de riego, utilizado de manera manual.
- Sustratos (la tierra, arena y cascarilla de arroz).

- Fertilizante Basacote 6M, cada pril de fertilizante estuvo revestido uniformemente con un polímero elástico que controlaba la penetración del agua y por lo tanto la disolución de los nutrientes dentro del revestimiento.

### 3.7.1. Mediciones de datos

Las mediciones de la altura y el diámetro se realizaron cada 15 días durante 5 meses y fueron registrados en un cuadernillo cuadriculado, los datos registrados fueron vaciados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, cuyo orden de los datos de cada tratamiento permitió copiar en la ventana Vista datos del Programa estadístico SPSS 25, y en la ventana de Vista de Variables se incluyó las variables del estudio y luego se analizaron los datos mediante las funciones del Programa que procesó las mediciones, y que determinó los promedios y el Análisis de Varianza. Los resultados permitieron mostrar a través de tablas y figuras, el comportamiento de los tratamientos evaluados en una hoja de resultados del Programa SPSS 25, que fueron plasmados en el siguiente capítulo.

# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. Crecimiento Inicial de la Altura de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes con dosis de 1g, 2g y 3g del fertilizante Basacote

**Tabla 4**

***Tratamientos promedios evaluados cada 15 días de la altura***

| EVALUACIÓN | Altura (cm) Tratamientos | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **T0** | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 11,59 | 10,96 | 11,18 | 10,93 |
| 2 | 14,93 | 14,65 | 14,34 | 12,71 |
| 3 | 17,54 | 18,09 | 17,83 | 15,2 |
| 4 | 19,8 | 20,34 | 20,65 | 17,64 |
| 5 | 23,2 | 22,75 | 20,93 | 18,39 |
| 6 | 23,51 | 23,2 | 21,28 | 19,17 |
| 7 | 23,68 | 23,45 | 23,31 | 19,82 |
| 8 | 24,12 | 23,81 | 23,77 | 20,45 |
| 9 | 24,62 | 24,73 | 26,63 | 22,85 |
| 10 | 25,5 | 25,52 | 29,03 | 24,7 |
| TOTAL | 208,49 | 207,5 | 208,95 | 181,86 |
| PROMEDIO | 20,85 | 20,75 | 20,90 | 18,19 |

**Tabla 5**

***Análisis de varianza para el crecimiento de la altura***

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamiento | 3 | 1.220 | 0.4068 | 0.27 | 0.845 |
| Error | 32 | 47.714 | 1.4911 | | |
| Total | 35 | 48.935 | | | |

**Tabla 6**

***Medias de los diferentes tratamientos sobre los incrementos de la altura***

| Tratamientos | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|---|---|---|---|---|
| T0 | 9 | 1.546 | 1.344 | (0.717; 2.375) |
| T1 | 9 | 1.617 | 1.352 | (0.788; 2.446) |
| T2 | 9 | 1.983 | 1.285 | (1.154; 2.812) |
| T3 | 9 | 1.530 | 0.824 | (0.701; 2.359) |

Desv.Est. agrupada = 1.22109 (Medias de los ttos. para conocer su significancia)

Se realizó la prueba de medias para determinar si existe significancia entre los tratamientos.

**Tabla 7**

***Agrupamiento de información utilizando Tukey y una confianza de 95%***

| Tratamientos | N | Media | Agrupación |
|---|---|---|---|
| T2 | 9 | 1.983 | A |
| T1 | 9 | 1.617 | A |
| T0 | 9 | 1.546 | A |
| T3 | 9 | 1.530 | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Evidenciándose en la tabla 7 que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Los análisis realizados para la altura de la especie *Dipteryx odorata* con los diferentes tratamientos del fertilizante Basacote 6M en tubetes, muestra que el Análisis de Varianza realizado a los tratamientos en estudio, no existe diferencias significativas en su crecimiento tal como lo indica la prueba de Tukey, cuyas medias incrementales evidencian que el T2 obtuvo el mayor crecimiento

frente a los demás tratamientos, por lo que el tratamiento T2, asume una dosis adecuada para la especie.

Según Portal Tecnoagrícola (2019) indica que el fertilizante Basacote, presenta una liberación controlada de nutrientes que proviene de los gránulos recubiertos vía difusión en función de humedad y temperatura con liberación ajustada del producto durante 8-9 meses en condiciones templadas; pudiéndose retrasar su liberación en los diferentes tratamientos aplicados y que su efecto no se nota con claridad, teniendo al testigo en tercer lugar, superando al tratamiento T3 sobre la media. Al parecer el tiempo juega un rol importante para la liberación del nutriente, ya que las plántulas obtienen los nutrientes del sustrato que se les aplicó y que en esta etapa inicial no existe una necesidad prioritaria del fertilizante inorgánico, porque los nutrientes orgánicos están disponibles en los tubetes; y que el fertilizante inorgánico, mantiene una liberación lenta cuyo efecto se va haciendo notar parcialmente con el tratamiento T2.

## 4.2. Crecimiento inicial del diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes con dosis de 1g, 2g y 3g del fertilizante Basacote

**Tabla 8**

***Tratamientos promedios evaluados cada 15 días del diámetro***

| Diámetro (mm) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **EVALUACIÓN** | **Tratamientos** | | | |
| | **T0** | **T1** | **T2** | **T3** |
| 1 | 0,50 | 0,42 | 0,43 | 0,43 |
| 2 | 0,52 | 0,45 | 0,47 | 0,46 |
| 3 | 0,56 | 0,49 | 0,52 | 0,51 |
| 4 | 0,57 | 0,49 | 0,55 | 0,54 |
| 5 | 0,60 | 0,52 | 0,57 | 0,57 |
| 6 | 0,61 | 0,55 | 0,6 | 0,6 |
| 7 | 0,62 | 0,57 | 0,66 | 0,61 |
| 8 | 0,62 | 0,60 | 0,69 | 0,64 |
| 9 | 0,63 | 0,65 | 0,75 | 0,68 |
| 10 | 0,65 | 0,70 | 0,82 | 0,74 |
| TOTAL | 5,88 | 5,44 | 6,06 | 5,78 |
| PROMEDIO | 0,59 | 0,54 | 0,61 | 0,58 |

**Tabla 9**

***Análisis de Varianza para el tratamiento del diámetro***

| Fuente | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|---|---|---|---|---|---|
| Tratamientos | 3 | 0.003237 | 0.001079 | 4.67 | 0.008 |
| Error | 32 | 0.007388 | 0.000231 | | |
| Total | 35 | 0.010626 | | | |

**Tabla 10**

***Medias de los diferentes tratamientos sobre los incrementos del diámetro***

| Tratamientos | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|---|---|---|---|---|
| T0 | 9 | 0.01758 | 0.01400 | (0.00726; 0.02790) |
| T1 | 9 | 0.03076 | 0.01571 | (0.02044; 0.04108) |
| T2 | 9 | 0.04408 | 0.01838 | (0.03377; 0.05440) |
| T3 | 9 | 0.03418 | 0.01196 | (0.02386; 0.04449) |

Desv. Est. agrupada = 0.0151949.

**Tabla 11**

***Agrupamiento de información utilizando Tukey y una confianza de 95%***

| Tratamientos | N | Media | Agrupación | |
|---|---|---|---|---|
| T2 | 9 | 0.04408 | A | |
| T3 | 9 | 0.03418 | A | B |
| T1 | 9 | 0.03076 | A | B |
| T0 | 9 | 0.01758 | | B |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. Por lo que se establece que el tratamiento T2 es significativamente diferente al tratamiento T0.

En los análisis realizados para el diámetro de la especie *Dipteryx odorata* con el fertilizante Basacote en tubetes con las diferentes dosis, el Análisis de Varianza indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos del estudio en el crecimiento del diámetro, por lo que se procedió hacer la prueba de medias de Tukey, cuyas medias incrementales evidencian que el T2 obtuvo significancia con el testigo, y que obtuvo un mayor crecimiento frente a los

tratamientos que le siguen T3 y T1 respectivamente, y que según la tendencia el tratamiento T2, es la dosis más adecuada para la especie.

Si bien la significancia obtenida por el tratamiento T2 sobre el testigo T0 en el crecimiento diametral, las diferencias milimétricas no son amplias de uno sobre el otro, ya que el testigo no tiene diferencias con los otros tratamientos; pero que se va encontrando una relación positiva entre el diámetro y la altura del tratamiento T2.

## 4.3. Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de T0 (0g), T1 (1g), T2 (2g), T3 (3g) del fertilizante Basacote de liberación controlada

**Figura 3**

***Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de Dipteryx odorata (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 0g***

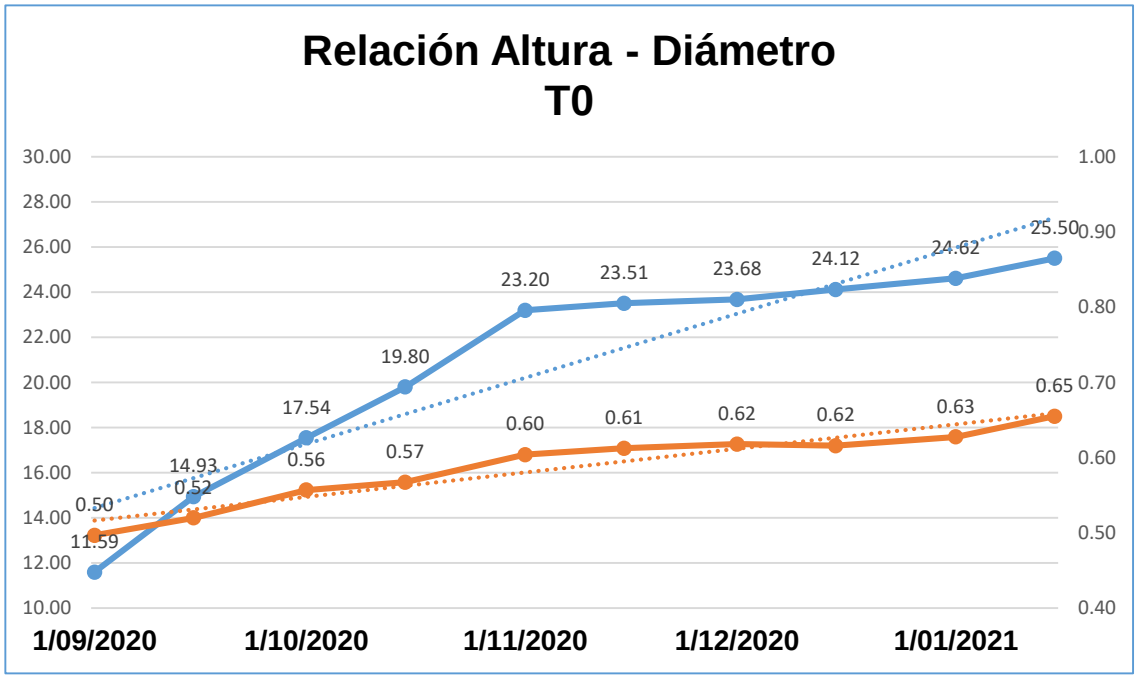
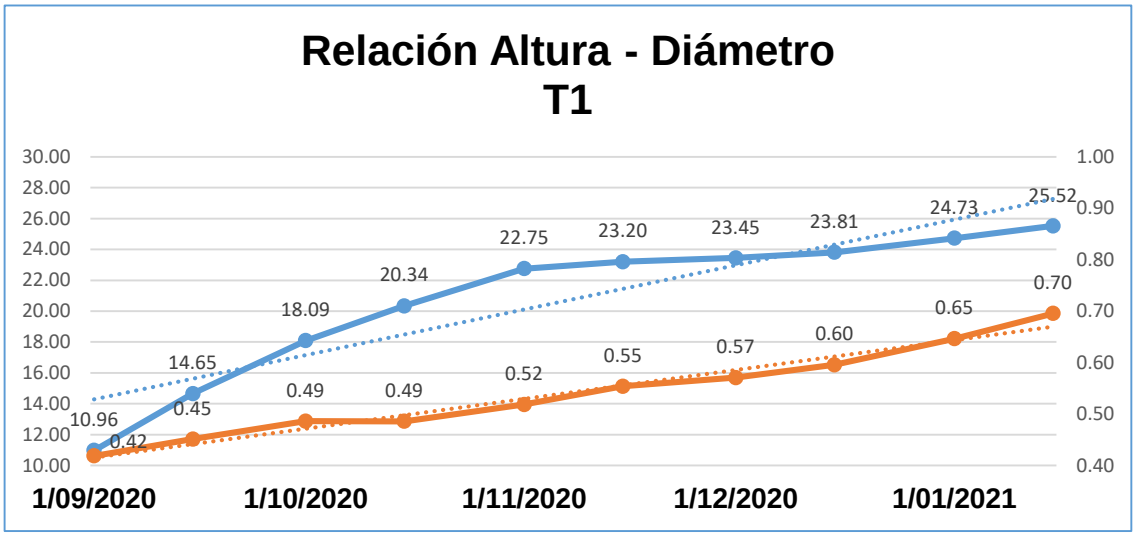


**Figura 4**

***Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de Dipteryx odorata (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 1g***




En las figuras 3 y 4 se refleja el sentido y relación entre las mediciones entre tratamientos T0 y T1, tomando como ejemplos las mediadas 4, 5 ,8 10, refleja una diferencia de aproximadamente más de 1 cm con respecto a la altura y con respecto al diámetro en un aproximado de más de 0.1 décimas de milímetro

**Figura 5**

***Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de Dipteryx odorata (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 2g***

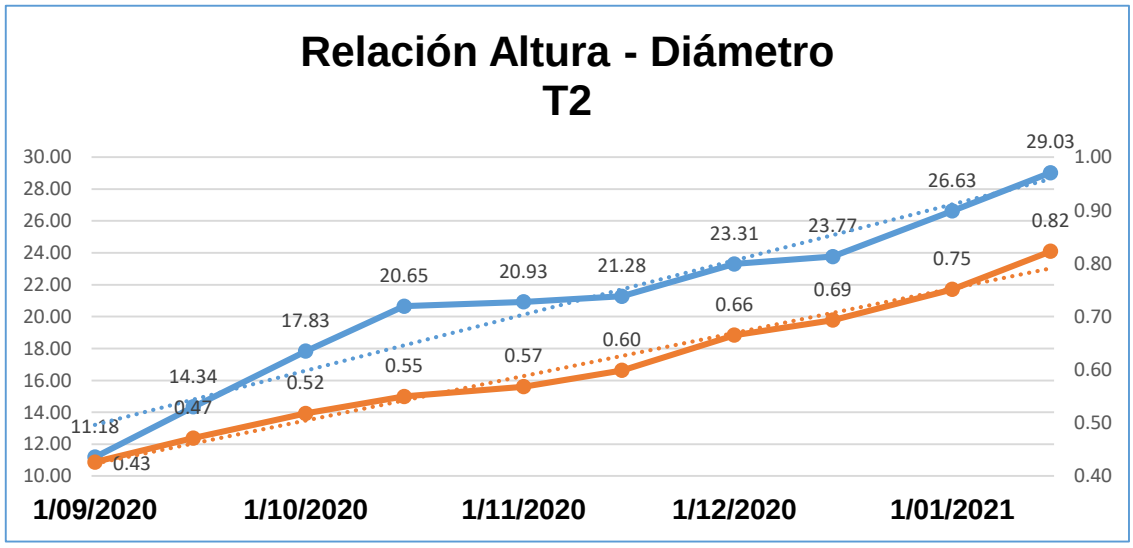
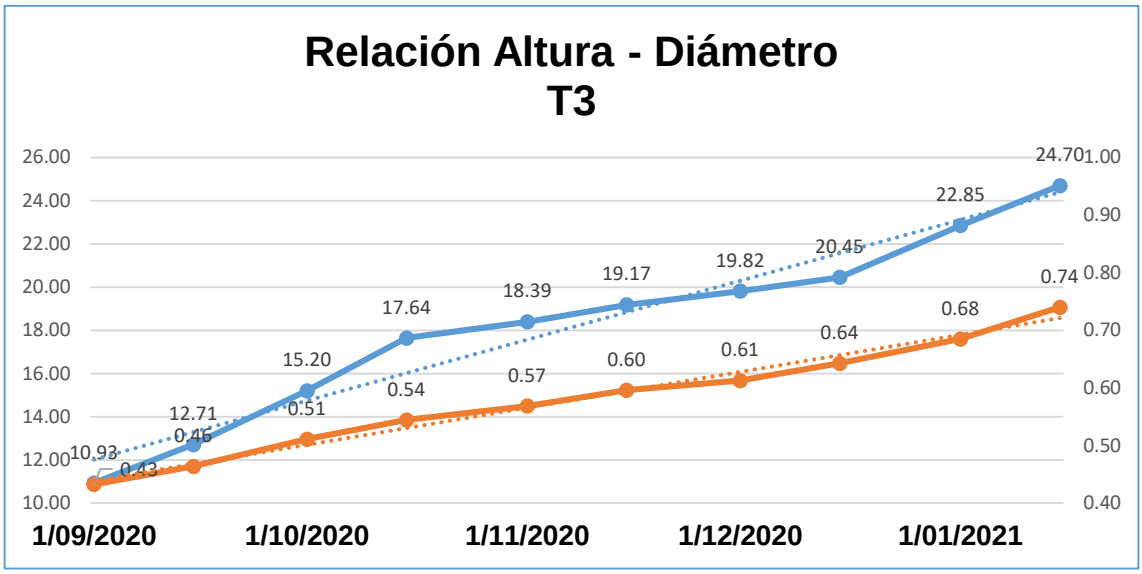


**Figura 6**

***Relación del crecimiento inicial en altura y diámetro de Dipteryx odorata (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 3g***




En las figuras 5 y 6 se refleja el sentido y relación entre las mediciones entre tratamientos T2 y T3, tomando como ejemplos las medias 4, 5, 8 y 10, refleja una diferencia de aproximadamente más de 2.5 cm con respecto a la altura y con respecto al diámetro en un aproximado de más de 0.1 décimas de milímetro en promedio.

Según las figuras 3, 4, 5 y 6 sobre la comparación del crecimiento de la altura con el diámetro, guardan una relación directamente proporcional, es decir a mayor altura, mayor es el diámetro, tal como se observa con el tratamiento T2, cuya altura y diámetro fueron mayores que los demás tratamientos; pudiéndose visualizar en las figuras que los otros tratamientos mantienen esa misma tendencia y proporcionalidad entre la altura y el diámetro.

Estos resultados abren mayores posibilidades para nuevos conocimientos y aplicabilidad a nivel de vivero y en las condiciones realizadas para establecer como línea base el crecimiento de la especie sobre resultados

deseados y realizar otras investigaciones que generen más información para encontrar el punto exacto de su biometría. Así lo indican, Rose, Arellano y Haase (2004) que probaron con *Pinus radiata* y *Eucalyptus spp*. de Brasil, Chile y Argentina aplicaron Osmocote® en la etapa de vivero con resultados exitosos. En Estados Unidos, Walker y Huntt (1992) reportaron un mejor desempeño en campo al aplicar Sierra 17N-6P-12K Agriform® a Pinus jeffreyi en la etapa de vivero. En Canadá, Haase, Rose y Trobaugh (2006) obtuvieron mayores incrementos en altura, diámetro basal, volumen del tallo y reservas internas de nutrientes en plantas de abeto (*Pseudotsuga menziesii*) al aplicar fertilizantes de lenta liberación, que al emplear fertilizantes solubles convencionales. En México, Mateo, Bonifacio, Perez, Capulin y Mohedano (2011), reportaron un mayor crecimiento en altura, diámetro, biomasa aérea, biomasa radical e índices de calidad en cedro (*Cedrela odorata*) con la aplicación de Osmocote® (15N-9P-12K); estos fertilizantes fueron aplicados especialmente a especies forestales de coníferas.

Si bien estos fertilizantes de lenta liberación fueron aplicados con éxito a especies forestales de coníferas, con las especies latifoliadas no presentan investigaciones y que tan exitoso puede ser al iniciar con el Shihuahuaco y con otras especies de nuestra región. Esta investigación se presenta como la línea base para seguir investigando sobre la misma especie y otras.

# CAPÍTULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. Conclusiones

- De acuerdo al objetivo general del estudio se concluye que si existe relación del crecimiento biométrico inicial de la altura y el diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), determinándose como mejor alternativa el T2 del fertilizante de liberación controlada Basacote 6M, en la etapa de vivero.

- De acuerdo al objetivo específico 1, se concluye que no existe diferencias significativas en el crecimiento de la altura de la especie *Dipteryx odorata* con las diferentes dosis del fertilizante Basacote M6 probados en tubetes, siendo el tratamiento T2 el que obtuvo el mayor crecimiento con 29.03 cm frente a los tratamientos T1 (25.52 cm), T0 (25.50 cm) y T3 (24.70 cm).

- De acuerdo al objetivo específico 2, se concluye que existe diferencias significativas en el crecimiento del diámetro del tratamiento T2 (0.82 mm) sobre el T0 (0.65 mm), mientras que el T2 no presenta significancia con el T1 (0.70 mm) y T3 (0.74 mm), pero que asume un mayor incremento que ambos.

## 5.2. Recomendaciones

- La aplicación de la dosis de 2g en tubetes resultó ligeramente favorable frente a las dosis de 0g, 1g y 3g, en la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) durante todo el tiempo que ocupó el experimento por lo que se recomienda seguir ensayando con otras dosis para conseguir un adecuado desarrollo de las especies forestales en la fase de vivero.

- Al encontrar resultados alentadores con la fertilización del Basacote de lenta liberación con la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en un corto periodo de tiempo (5 meses) en total 10 evaluaciones, se recomienda realizar investigaciones con mayor tiempo de evaluación.

- Se recomienda emplear el fertilizante Basacote de lenta liberación en otras especies forestales con la finalidad de ampliar los estudios que conlleven al desarrollo óptimo de la planta con la aplicación de dosis correctas. No solo el producto Basacote sino también otras marcas con fertilizante de liberación controlada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Aarnio, T., Raty, M. & Martikainen, P. J. (2003). Long-term availability of nutients in forest soil derived from fast and slow-release fertilizers. *Plant and Soil* 252:227-239.

Akelah, A. (2013). Functionalized Polymeric Materials in Agriculture and the Food Industry. En *Springer* (pág. 367). New York.

Albano, J. P., Merhaut, D. J., Blythe, E. K. & Newman, J. P. (2006). Nutrient release from controlled-release fertilizers in a neutral-pH substrate in an outdoor environment: II. Leachate calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, copper, and molybdenum concentrations. *Hort Science* 41:1683-1689

Biofeed Ibérica. (2021). Fertilizantes y productos ambientales.

EcuRed. (s.f.). Viveros Forestales.

Escamilla, N., Obrador, J., Carrillo, E. & Palma, J. (2015). Uso de fertilizantes de liberación controlada en plantas de teca (Tectona grandis), en la etapa de vivero. *Revista fitotecnia mexicana* (Pp. 329-333). México.

García, N. (2019). Efecto de tres sistemas de producción en plántulas de manchinga (*Brosimun alicastrum bolivarense*), para siembra a alta densidad en la región San Martín.

Haase, D., Rose, R., & Trobaugh, J. (2006). Field performance of three stock sizes of Douglas-fir container seedlings grown with slowrelease fertilizer in the nursery growing medium. En *New Forests* (pp. 1-24).

Infojardin. (s.f.). Dosis de fertilización.

Mateo, J., Bonifacio, R., Perez, S., Capulin, J., & Mohedano, L. (2011). Producción de (*Cedrela odorata* L.) en aserrín crudo con diferentes dosis de fertilización, en Tecpan de Galeana, Guerrero. En *Ra Ximhai* (pp. 195-204). México.

Paredes, F., & Wolf, A. (2015). *Efecto del abono orgánico tipo bokashi sobre el desarrollo de la capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth) Hook F. Ex.) producidas en tubetes y en bolsas de politileno.* Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Plásticos Garay (23 de marzo, 2009). Tubetes forestales.

Portal Tecnoagrícola. (2019). Basacote Plus 9M.

Quispe, A. (2015). Análisis del reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y sistemas agroforestales. En: Seminario Nacional.

Quispe Santos, A. (2018). Curso Forestal: Plantas de calidad en viveros forestales tecnificados. Arborizaciones E.I.R.L.

Rada, I. (2014). *Efecto del sustrato y tipo de envase en la calidad de plantas de cedro lila (Cedrela lilloi C. DC.) en vivero.* Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Redagrícola. (2016). Fertilizantes de liberación lenta, controlada y estabilizados. Obtenido de: https://redagricola.com/fertilizantes-liberacion-lenta-controlada-estabilizados/

Rose, R., Arellano, O. & Haase, D. (2004). Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *Bosque 25* (pp. 89-100).

Walker, R. F. & Huntt, C. D. (1992). Controlled release fertilizer effects on growth and foliar nutrient concentration of container grown Jeffrey pine and singleleaf pinyon. *Western Journal of Applied Forestry* 7:113-117.

**ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: "DOSIS DE FERTILIZANTE DE LIBERACIÓN CONTROLADA (BASACOTE 6M) EN LA BIOMETRÍA DE *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) EN LA ETAPA DE VIVERO"**

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|---|---|---|---|---|
| ¿Cuál es la dosis (1g, 2g, 3g) del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero? | Determinar la dosis (1g, 2g, 3g) del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero | La dosis del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) no es determinante en la biometría inicial de las plántulas *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero | V. Independiente<br>Dosis de fertilizante | Dosis de fertilizante (Basacote 6M) en el crecimiento de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en la etapa de vivero. | Número de medida por cada tratamiento |
| | | | | Biometría de plántulas Dipteryx odorata (Shihuahuaco) | |
| ¿La aplicación de fertilizante de liberación controlada en diferentes dosis (1g; 2g; 3g) en tubetes, tendrá mejores resultados en el crecimiento inicial de la altura en la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)? | Determinar el crecimiento inicial de la altura de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 1g, 2g, 3g del fertilizante Basacote de liberación controlada. | La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 1g, en la fase de vivero influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes. | | 0 gramos | |
| | | | | 1 gramo | |
| | | | | 2 gramos | |
| | | | | 3 gramos | |
| ¿La aplicación de fertilizante de liberación controlada en diferentes dosis (1g; 2g; 3g) en tubetes, tendrá mejores resultados en el crecimiento inicial del diámetro en la especie *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco)? | Determinar el crecimiento inicial del diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes en las dosis de 1g, 2g, 3g del fertilizante Basacote de liberación controlada. | La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 2g, en la fase de vivero influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.<br><br>La aplicación del fertilizante de liberación controlada (Basacote 6M) en las dosis de 3g, en la fase de vivero influye en el crecimiento inicial de la altura, diámetro de *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco) en tubetes.<br>. | V. Dependiente<br>Biometría de la plántula | Altura | |
| | | | | Diámetro | |
| | | | | Peso de la raíz | |

## ANEXO 2: DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LA ALTURA

| ALTURA (cm)-1 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/09/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 11.73 | 10.33 | 10.30 | 9.59 |
| B | 11.63 | 12.02 | 11.54 | 11.40 |
| C | 11.41 | 10.54 | 11.71 | 11.80 |
| Promedio | 11.59 | 10.96 | 11.18 | 10.93 |

| ALTURA (cm)-2 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/09/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 15.25 | 14.51 | 13.74 | 11.59 |
| B | 14.45 | 15.26 | 14.55 | 12.84 |
| C | 15.10 | 14.17 | 14.73 | 13.69 |
| Promedio | 14.93 | 14.65 | 14.34 | 12.71 |

| ALTURA (cm)-3 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/10/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 17.47 | 17.82 | 17.48 | 14.58 |
| B | 17.05 | 18.63 | 18.15 | 15.03 |
| C | 18.10 | 17.81 | 17.88 | 15.98 |
| Promedio | 17.54 | 18.09 | 17.83 | 15.20 |

| ALTURA (cm)-4 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/10/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 19.26 | 21.02 | 20.44 | 16.76 |
| B | 19.41 | 20.54 | 20.93 | 17.80 |
| C | 20.72 | 19.45 | 20.58 | 18.36 |
| Promedio | 19.80 | 20.34 | 20.65 | 17.64 |

| ALTURA (cm)-5 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/11/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 23.75 | 23.10 | 20.69 | 16.87 |
| B | 22.01 | 23.02 | 21.22 | 18.91 |
| C | 23.83 | 22.15 | 20.87 | 19.39 |
| Promedio | 23.20 | 22.75 | 20.93 | 18.39 |

| ALTURA (cm)-6 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/11/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 24.22 | 23.54 | 21.01 | 18.36 |
| B | 22.27 | 23.42 | 21.56 | 19.57 |
| C | 24.04 | 22.63 | 21.26 | 19.59 |
| Promedio | 23.51 | 23.20 | 21.28 | 19.17 |

| ALTURA (cm)-7 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/12/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 24.44 | 23.85 | 22.95 | 18.51 |
| B | 22.45 | 23.62 | 23.59 | 20.46 |
| C | 24.14 | 22.86 | 23.39 | 20.48 |
| Promedio | 23.68 | 23.45 | 23.31 | 19.82 |

| ALTURA (cm)-8 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/12/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 24.76 | 24.25 | 23.33 | 19.88 |
| B | 23.02 | 23.97 | 23.86 | 20.28 |
| C | 24.57 | 23.23 | 24.11 | 21.19 |
| Promedio | 24.12 | 23.81 | 23.77 | 20.45 |

| ALTURA (cm)-9 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/01/2021 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 24.51 | 24.65 | 25.91 | 22.02 |
| B | 24.13 | 24.98 | 26.18 | 23.29 |
| C | 25.22 | 24.55 | 27.79 | 23.24 |
| Promedio | 24.62 | 24.73 | 26.63 | 22.85 |

| ALTURA (cm)-10 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/01/2021 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 26.24 | 25.49 | 28.30 | 23.64 |
| B | 24.74 | 25.72 | 28.66 | 25.22 |
| C | 25.52 | 25.35 | 30.12 | 25.23 |
| Promedio | 25.50 | 25.52 | 29.03 | 24.70 |

## ANEXO 3: DATOS DE LA EVALUACIÓN DEL DIÁMETRO

| Diámetro (mm)-1 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/09/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.50 | 0.44 | 0.44 | 0.42 |
| B | 0.51 | 0.39 | 0.41 | 0.43 |
| C | 0.47 | 0.43 | 0.43 | 0.46 |
| Promedio | 0.50 | 0.42 | 0.43 | 0.43 |

| Diámetro (mm)-2 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/09/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.54 | 0.46 | 0.47 | 0.44 |
| B | 0.53 | 0.41 | 0.45 | 0.45 |
| C | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.49 |
| Promedio | 0.52 | 0.45 | 0.47 | 0.46 |

| Diámetro (mm)-3 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/10/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.58 | 0.48 | 0.53 | 0.49 |
| B | 0.57 | 0.47 | 0.50 | 0.52 |
| C | 0.52 | 0.51 | 0.53 | 0.52 |
| Promedio | 0.56 | 0.49 | 0.52 | 0.51 |

| Diámetro (mm)-4 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/10/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.57 | 0.49 | 0.56 | 0.52 |
| B | 0.59 | 0.48 | 0.54 | 0.55 |
| C | 0.54 | 0.49 | 0.55 | 0.56 |
| Promedio | 0.57 | 0.49 | 0.55 | 0.54 |

| Diámetro (mm)-5 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/11/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.63 | 0.51 | 0.58 | 0.53 |
| B | 0.61 | 0.52 | 0.55 | 0.59 |
| C | 0.57 | 0.52 | 0.57 | 0.59 |
| Promedio | 0.60 | 0.52 | 0.57 | 0.57 |

| Diámetro (mm)-6 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/11/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.64 | 0.54 | 0.61 | 0.57 |
| B | 0.62 | 0.55 | 0.58 | 0.60 |
| C | 0.58 | 0.57 | 0.61 | 0.61 |
| Promedio | 0.61 | 0.55 | 0.60 | 0.60 |

| Diámetro (mm)-7 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/12/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.65 | 0.55 | 0.67 | 0.57 |
| B | 0.62 | 0.57 | 0.65 | 0.64 |
| C | 0.58 | 0.59 | 0.68 | 0.63 |
| Promedio | 0.62 | 0.57 | 0.66 | 0.61 |

| Diámetro (mm)-8 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 15/12/2020 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.65 | 0.58 | 0.70 | 0.62 |
| B | 0.62 | 0.59 | 0.67 | 0.64 |
| C | 0.58 | 0.62 | 0.71 | 0.67 |
| Promedio | 0.62 | 0.60 | 0.69 | 0.64 |

| Diámetro (mm)-9 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/01/2021 | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.64 | 0.61 | 0.74 | 0.66 |
| B | 0.64 | 0.66 | 0.74 | 0.71 |
| C | 0.60 | 0.67 | 0.77 | 0.69 |
| Promedio | 0.63 | 0.65 | 0.75 | 0.68 |

| Diámetro (mm)-10 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tratamientos | | | |
| Repetición | T0 | T1 | T2 | T3 |
| A | 0.68 | 0.64 | 0.80 | 0.70 |
| B | 0.66 | 0.71 | 0.82 | 0.76 |
| C | 0.62 | 0.73 | 0.85 | 0.76 |
| Promedio | 0.65 | 0.70 | 0.82 | 0.74 |

## ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO



**Foto 1. Preparación del sustrato**



**Foto 2. Llenando el sustrato en tubetes**



**Foto 3. Plántulas en crecimiento**



**Foto 4. Medición del diámetro**



**Foto 5. Medición de la altura**



**Foto 6. Regando las plántulas de forma manual**




**Foto 7. Tratamiento T0**




**Foto 8. Tratamiento T1**




**Foto 9. Tratamiento T2**




**Foto 10. Tratamiento T3**



**Foto 11. Plántulas con altura y diámetro T2**



**Foto 12. Plántulas con altura y diámetro T0**