

OSCAR ELIAS CASTILLO LOZANO

RS_TURNITIN_CASTILLO_LOZANO_003

 SETIEMBRE

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::16502:501900322

Fecha de entrega

22 sept 2025, 8:37 GMT-5

Fecha de descarga

23 oct 2025, 8:02 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME FINAL DE TESIS + CASTILLO LOZANO OSCAR ELIAS corregido TURNITIN.pdf

Tamaño del archivo

4.8 MB

51 páginas

14.557 palabras

72.203 caracteres




6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 5% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unas.edu.pe	1%
2	Internet	hdl.handle.net	<1%
3	Internet	iefectividad.conanp.gob.mx	<1%
4	Internet	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
5	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2024-12-08	<1%
7	Internet	docplayer.es	<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria de la Selva on 2025-08-20	<1%
9	Internet	www.coursehero.com	<1%
10	Internet	docslide.us	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria de la Selva on 2025-08-14	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Agraria de la Selva on 2025-08-14	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2023-04-17	<1%
14	Internet	era.ujat.mx	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD on 2025-05-10	<1%
16	Internet	repositorio.umsa.bo	<1%
17	Internet	1library.co	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad San Francisco de Quito on 2018-10-30	<1%
19	Internet	es.slideshare.net	<1%
20	Internet	revistas.unitru.edu.pe	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2018-09-18	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-07-09	<1%
23	Internet	panamericana.pe	<1%
24	Internet	pesquisa.bvsalud.org	<1%
25	Internet	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%

24

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del tamaño de hoyo y el abonamiento sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* establecida en campo definitivo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Se instaló en los terrenos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), asociada a una plantación de *I. edulis* de un año de edad, empleando plántones de ocho meses de edad en diferentes tamaños de hoyo y dosis de abonamiento de Molimax (NPK) y Mallqui. La investigación fue de enfoque cuantitativo, tipo longitudinal, nivel explicativo y diseño experimental. Como resultados el tamaño de hoyo y el abonamiento no presentó efecto sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis*, en los indicadores de supervivencia, altura total, diámetro basal de tallo, área foliar, largo de lámina foliar y volumen de copa, sin embargo, numéricamente si hubo efecto con hoyos de mayor dimensión (40 x 40 x 22 cm) y del abono de Molimax (NPK) con una dosis de 300 g en el primer año de establecida en campo definitivo. Se concluye que no hubo efectos estadísticamente significativos del tamaño de hoyo y el abonamiento sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* establecida en campo definitivo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, por lo que se rechaza la hipótesis.

Palabras claves: Área foliar, incremento, Mallki, Molimax, supervivencia.

14

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of hole size and fertilization on the initial growth of *C. cateniformis* established in a definitive field at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria. It was installed on the grounds of the Reserved Forest of the Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), associated with a one-year-old plantation of *I. edulis*, using eight-month-old seedlings in different hole sizes and fertilizer doses of Molimax (NPK) and Mallqui. The research was of quantitative approach, longitudinal type, explanatory level and experimental design. As results, hole size and fertilization had no influence on the initial growth of *C. cateniformis*, in the indicators of survival, total height, basal stem diameter, leaf area, leaf blade length and crown volume; however, numerically there was influence with larger holes (40 x 40 x 22 cm) and Molimax fertilizer (NPK) with a dose of 300 g in the first year of establishment in the definitive field. It is concluded that there were no statistically significant effects of hole size and fertilization on the initial growth of *C. cateniformis* established in final field at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, so the hypothesis is rejected.

Key words: leaf area, increment, Mallki, Molimax, survival.

I. INTRODUCCIÓN

La ONU señala que la deforestación mundial es uno de los problemas más graves y preocupantes a nivel del mundo al destruir 10 millones de hectáreas aproximadamente de bosques. En la Amazonía, los bosques para el año 2000 cubrían el 73,5 % de esta región equivalente a 6 226 022 km², lo que ha generado un fuerte impacto ambiental, es así, como entre los años 2001 al 2020 la Amazonía perdió 542 581 km² de bosques correspondiente al 8,7 %. Las causas de estos procesos están asociados a actividades extractivas de madera legal e ilegal, la agricultura migratoria y la ganadería sumándose a ello las actividades mineras como en el departamento de Madre de Dios, Perú, siendo el panorama de pérdida de bosques para el año 2025 desalentador porque la deforestación sigue imparables.

Lo propio se evidencia para el departamento de Huánuco donde la deforestación sigue avanzando año tras año que viene alterando la capacidad de los ecosistemas dejando de prestar sus servicios importantes para nuestro bienestar y supervivencia. En ese marco, hoy los científicos, silvicultores y ordenadores de tierras enfrentan retos en el afán de restaurar los bosques, clave para un futuro sostenible; no obstante, para lograr este fin se requiere que los suelos posean ciertas condiciones físicas, químicas y biológicas para que las plantas se desarrollen adecuadamente. Sin embargo, son pocos los estudios que tratan de recuperar y restaurar dichas propiedades de los suelos, lo que lleva a que exista un vacío de información de tecnologías encaminadas a recuperar los suelos degradados.

Tomando en consideración la realidad problemática descrita, se formula la siguiente pregunta de investigación ¿Qué efecto tiene el tamaño de hoyo y el abonamiento sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* establecida en campo definitivo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María?

Tomando en consideración que *C. cateniformis* es una especie maderable de gran importancia económica, social y ambiental debido a las características que presenta y sus condiciones ecológicas favorables para su crecimiento y desarrollo, en este contexto y por las razones antes expuestas se justifica plenamente la realización del presente estudio a razón que se hace necesario desarrollar trabajos de investigación tendientes a generar conocimientos básicos para cubrir vacíos de información y cuyos resultados sirvan para impulsar programas de reforestación para los profesionales que directa o indirectamente vienen trabajando en proyectos de restauración de ecosistemas degradados con plantaciones de especies arbóreas, en la parte académica para los estudiantes, tesis, docentes e investigadores que tienen el interés

de poner en práctica los resultados del presente estudio así mismo para los agricultores que tengan el interés de instalar plantaciones con diferentes fines como provisión de madera, agua, recuperación de las funciones ambientales, entre otros propósitos.

Tomando en consideración el problema de investigación se formula la siguiente hipótesis: El tamaño de hoyo y el abonamiento tienen efecto significativo sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* establecida en campo definitivo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

Tomando en consideración el propósito para la presente investigación se plantea los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del tamaño de hoyo y el abonamiento sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* establecida en campo definitivo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* en el primer año de establecida en campo definitivo.
- Evaluar el efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis* en el primer año de establecida en campo definitivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Taxonomía

Basándose en la clasificación de Cronquist (1981), se expone lo siguiente:

Reino Plantae

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden Fabales

Familia Mimosaceae

Genero Cedrelinga

Especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke

conocidos con su nombre común: Tornillo o pino peruano (Perú)

2.1.2. Características de la *C. cateniformis*

Según López (1981), es una especie forestal cuyo nominación comercial es Tornillo, su demanda en el mercado de madera vino incrementándose de manera constante a consecuencia de sus características físicas y mecánicas favorables convirtiéndole en una especie de alta versatilidad con muchos usos; razón por la cual la extracción, aserrío y comercio se incrementó a ritmo acelerado, acontecimiento que hasta la actualidad no se vio compensada por acciones de reforestarlas con esta especie con el fin de restituir los bosques tropicales.

Esta especie se le encuentra en el Perú, Bolivia, Colombia, Brasil y Ecuador en altitudes de hasta 700 m s.n.m. En el Perú se encuentran en los departamentos de Huánuco, Cuzco, Loreto, Madre de Dios, San Martín y Ucayali. Es un árbol de 20 a 40 m de altura total y de 15 a 30 m de altura comercial, fuste cilíndrico y diámetro de 0,15 a 1,2 m (Yoza et al., 2015).

2.1.3. Deforestación

La deforestación consiste en la eliminación masiva de áreas boscosas como resultado de actividades humanas. Cada año, millones de hectáreas son afectadas, ya sea por tala o quema, lo que representa una pérdida equivalente a la superficie de un campo de fútbol cada dos segundos. A nivel global, se estima que la deforestación avanza a un ritmo alarmante de aproximadamente 17 millones de hectáreas por año (Salgado, 2014).

2.1.4. Plantaciones forestales

Según la Ley 29763, (2011, art. 11), las plantaciones forestales son ecosistemas constituidos a partir de la intervención humana mediante la instalación de una o

más especies forestales, nativas o introducidas, con fines de producción de madera o productos forestales diferentes de la madera, de protección, de restauración ecológica, de recreación, de provisión de servicios ambientales o cualquier combinación de los anteriores. En esa misma línea, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2000), define como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación y que estas pueden ser especies introducidas o nativas que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0,5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10,0% de la cubierta de la tierra y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 m. Ampliándose así el concepto de plantación forestal tradicional que se aplica a especies únicas, con densidades de siembra uniformes y de diferentes edades.

Se extrae el plantón previamente cortando la base de la bolsa de polietileno y por la parte lateral siempre y cuando las raíces hayan sobrepasado la parte basal de las bolsas, seguidamente el plantón se coloca en el centro del hoyo llenándole con el suelo las partes libres del contorno al pan de tierra presionándose suavemente con las manos, con el fin de evitar que se formen espacios de aire dentro del hoyo y para que el suelo esté en contacto con las raíces.

2.2. Bases conceptuales

2.2.1. Comportamiento vegetativo

El comportamiento vegetativo hace referencia a la respuesta fenotípica que presentan las plantas frente a determinados estímulos, siendo generalmente rápida y reversible. Bajo esta definición, puede entenderse como comportamiento una amplia variedad de manifestaciones que las plantas desarrollan ante factores ambientales y frente a otros individuos de su misma especie. No obstante, para comprender a profundidad el comportamiento de las plantas, es necesario llevar a cabo más investigaciones que aborden sus interacciones intraespecíficas e interespecíficas, así como las reacciones frente a los distintos estímulos del entorno que las rodea (Fernández, 2020).

2.2.2. Tamaño de hoyo

Las dimensiones del hoyo de plantación hacen referencia al tamaño necesario para colocar adecuadamente un plantón en el suelo. Es fundamental que el hoyo permita acomodar completamente el sistema radicular, tanto en anchura como en profundidad, dejando además un espacio con tierra suelta alrededor de las raíces. Esta tierra removida será la primera zona explorada por las raíces, por lo que debe estar bien nutrida. En general, el hoyo debe tener un diámetro y una profundidad adecuados que faciliten un buen establecimiento del plantón. Cuanto mayores sean estas dimensiones, mejores serán las condiciones para el desarrollo y crecimiento saludable de la planta en su etapa inicial.

2.2.3. Abonamiento

Es aportar los nutrientes a la planta para garantizar un buen crecimiento y desarrollo en base a las necesidades reales, tomando en consideración las condiciones físicas y químicas del terreno. Es aconsejable antes de proceder al abonamiento analizar las condiciones de los suelos e interpretar de forma correcta los datos que proporcionan: textura, contenido de nutrientes disponibles, pH, etc.; para definir las dosis necesarias de abonamiento.

2.2.4. Área foliar

Se define como la capacidad de la cubierta vegetal para interceptar la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA), la cual es la fuente primaria de energía utilizada por las plantas para la generación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios (Warnock et al., 2006). El área foliar varía en las plantas de acuerdo con sus estadios y la edad.

2.2.5. Lámina foliar

La lámina foliar es la parte plana y extendida de la hoja, por lo general de color verde, que se conecta al tallo o rama a través del pecíolo, excluyendo a este último de su estructura.

2.3. Estado del arte

Según Salazar (2024), en su investigación se propuso determinar el efecto que genera utilizar dos dosis del abono orgánico gallinaza en el crecimiento de *Cecropia ficifolia* (cetico blanco), *Cecropia sciadophylla* (cetico colorado) y *Jacaranda macrocarpa* (huamansamana) al establecerse en terreno abierto; consideraron como tratamientos a la aplicación de 10 y 3,0 kg de dicho abono orgánico más un testigo adicional, emplearon por especie 75 plántones distribuidos en un diseño con arreglo factorial de la forma 3D x 3E, luego evaluaron variables como la altura total, diámetro del tallo a nivel del cuello, cantidad de plantas vivas y muertas, siendo los datos sometidos al análisis de la varianza (ANVA). En los resultados se determinó ausencia de diferencias significativas para los tratamientos, así como entre especies utilizadas; respecto a la sobrevivencia fue notorio que las plantas en el grupo testigo obtuvieron mejor valor porcentual (95 %) en *C. ficifolia*, 80 % en *C. sciadophylla* y 47 % en *J. macrocarpa*; dichos resultados resaltan de manera preliminar que estas especies veetales pioneras se encuentran ecológicamente adaptadas para que proliferen sin limitaciones en medios con suelos degradados, no necesitando abonamiento con la cual se mejore su crecimiento bajo dichas condiciones.

Según García (2023), en su investigación consideró la evaluación del crecimiento de *C. cateniformis* en suelos degradados que fueron sometidos a la dosificación del bocashi; estableció bajo un diseño en bloque completo al azar (DBCA) contemplando cuatro

tratamientos que incluyó al testigo y cuatro bloques; utilizó plántones con una edad de dos meses aproximadamente, empleando distancias de 5 m entre plantas y 10 m entre hileras, fue establecido nueve 36 plántones por tratamiento distribuidos en los cuatro bloques, utilizo el bocashi en dosis por planta con un peso de 1,0 kg (T₁), 2,0 kg (T₂), 3,0 kg (T₃). Como resultados, el ANVA referido a la altura total detalla significancia estadística ($p > 0,05$) en los tratamientos utilizados, siendo el mayor las medias para el crecimiento en altura total y diámetro del tallo, así como en la tasa de supervivencia al utilizar el T₃. Además, incorporar los plántones y el bocashi en los suelos, favoreció de manera positiva sobre las características químicas de dicho suelo.

Según Vargas (2023), en su trabajo de investigación consideró determinar la existencia de diferencias significativas en el crecimiento del diámetro de tallo y altura total en *C. cateniformis* sometida a dosis y frecuencias de aplicar un fertilizante foliar formuladas con 110 g/L de nitrógeno, 80 g/L de anhídrido fosfórico, 60 g/L de óxido de potasio, 190 mg/L de hierro, 162 mg/L de manganeso, 102 mg/L de boro, 61 mg/L de zinc, 9 mg/L de molibdeno, 3,5 mg/L de cobalto, 4 ppm de vitaminas B₁ combinadas con hormonas de crecimiento. La parcela experimental se distribuyó mediante el DBCA con arreglo factorial donde el factor A fueron las dosis del fertilizante (a_0 : 20 ml, a_1 : 40 ml y a_2 : 60 ml) y el factor B fue la frecuencia de aplicación (b_0 : semanal, b_1 : 2 veces por semana y b_2 : 3 veces por semana), con 3 bloques. En los resultados, la combinación a_0b_2 favoreció en mayor medida al incremento en altura total con una media de 112 cm y el diámetro del tallo donde el promedio fue 14,8 mm. Se concluye que, la dosis y frecuencia de fumigación con dicho fertilizante foliar favorece en que se eleve su valor de incremento de las variables altura total y diámetro del tallo en *C. cateniformis*.

Según Amasifuen et al. (2022), en su investigación que realizaron para evaluar el crecimiento de la altura total y diámetro del tallo de *C. cateniformis* en un sistema agroforestal. Los plántones fueron establecidos en suelo de textura franco arenoso donde su materia orgánica alcanzaba 1,26 %. Cada componente forestal estuvo instalado a 12 x 12 m dentro de los cuales se encontraba *C. cateniformis* y se dentro de ello se distribuyó a 3 x 3 m al *Theobroma cacao* (cacao). Como resultado, *C. cateniformis* al sexto año, alcanzó una altura total de 13 m y el diámetro del fuste a la altura del pecho (DAP) de 13,22 cm. Concluyeron que el *C. cateniformis* tuvo en promedio un crecimiento para la altura total de 2,56 m y un DAP promedio de 2,20 cm por año.

Según Morales (2022), en su investigación tuvo como objetivo la evaluación de la tasa de supervivencia, morfología y crecimiento inicial de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) establecidos en terreno definitivo posterior al medio año de ser abonado y fertilizado,

para tal fin se empleó el DBCA con cinco tratamientos y tres bloques. En cuanto a los resultados, la supervivencia fue del cien por ciento, el incremento a los seis meses de establecido en promedio para la altura total fue de 14,93 cm al usar 200 g del guano de isla, 13,71 cm con 1 000 g de gallinaza, 12,14 cm con 800 g del estiércol de ovino, 10,21 cm con 100 g de fertilizante y 8,29 cm para el testigo. En cuanto al diámetro promedio fue 9,21 mm con 200 g de guano de isla, 8,11 mm al usar 800 g de estiércol ovino, 7,75 mm con 1 000 g de gallinaza, 7,54 mm con 100 g de fertilizante y 6,69 mm para el testigo. La cantidad de ramas por planta no fueron afectados por los tratamientos utilizados ni los bloques distribuidos. Se concluyó los abonos orgánicos y fertilizante generaron plantas con la calidad morfológica regular en todos los tratamientos empleados.

Según Reyes et al. (2020), con el objetivo de determinar la mejor dosis y frecuencia de fertilización con NPK en los cinco años posterior a su establecimiento del *Pinus caribaea*. Se estableció la parcela experimental en la Estación Experimental Agroforestal de Viñales en el Pinar del Río – Cuba; utilizaron ocho tratamientos donde se incluyó al testigo que se distribuyeron en un DBCA, luego se realizaron mediciones de la altura total y diámetro del tallo a diferentes edades con estos se estimó su volumen por un periodo de 41 años, luego se elaboró modelos matemáticos de crecimiento por medio de regresiones multiniveles, para el total del período fue determinado que utilizar 600 g, 800 g y 1000 g por árbol mediante el régimen continuo o alterno del NPK registró superioridad en comparación a las plantas sin fertilización; el tratamiento donde se aplicó 300 g/árbol del NPK repercutió en obtener menor valor al compararlo con el testigo.

Según Tesillo (2020), en su estudio desarrolló el objetivo de evaluar el efecto de distintas dosis del fertilizante NPK en plantas de *Aspidosperma macrocarpon* (pumaquiro) sobre la tasa de supervivencia al mes de establecido y el crecimiento inicial al año de plantado en el anexo de La Florida – Satipo. Ejecutó una investigación aplicada distribuida bajo un DBCA que abarcó 12 tratamientos, tres bloques y cada unidad experimental estuvo conformada por 18 plantas. Entre los resultados para la morfología de las plantas, el T₃ conformado por 10-15-10 de NPK obtuvieron mayores valores en las plantas correspondiente a su altura, cantidad de hojas, área foliar, diámetro del tallo y biomasa de la parte aérea, el T₅ conformado por 15-20-10 superó en el peso de raíz y en el caso del T₇ dosificada como 25-30-10 mayor supervivencia con un 83,8 % en terreno definitivo.

Chucos (2023), en su investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto del abonamiento en plantaciones de *C. catenaeformis* establecidas en fajas de 6 m de ancho en el bosque secundario. La investigación prosiguió la ruta cuantitativa, de tipo aplicada, método

deductivo, alcance explicativo y de diseño experimento puro. Se realizó las evaluaciones a seis meses del abonamiento con cuatro tipos de abonos orgánicos y el testigo, a 30 días de plantadas, en suelo con pH ácido y limitada materia orgánica, utilizó 25 plantas por cada tratamiento que se distribuyó en cinco fajas de manera sistematizada. Los resultados fueron, supervivencia con guano de las islas 92,3%, abono gallinaza 89,0%, testigo 88,0%, guano de vacuno 81,0% y con ultimo humus 77,0% que fue estadísticamente significativa y no depende de los tipos de abonos. Las variables de crecimiento no presentaron diferencia significativa; solo en número de hojas, abono de gallinaza 4,52 cm de tamaño de hoja más larga, “humus” 4,25 cm, “guano de las islas” 4,20 cm y último el testigo. La calidad morfológica depende de los tratamientos, existen diferencias de promedios de frecuencia: el tratamiento T₂ (guano de las islas) presenta mayor número de plantas “muy buenas” seguido de T₁ (humus), T₄ (gallinaza) y T₂ (guano de vacuno) y un mayor número de mala calidad el testigo. Se rechaza la hipótesis de que el guano de las islas no influye significativamente en el porcentaje de supervivencia y su crecimiento inicial de *C. catenaeformis* a 180 días del primer abonamiento.

1 Según Mallqui (2019), en su estudio realizado para que demuestre su efecto del compost y tamaño del hoyo respecto al crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* (pino chuncho) establecida en suelo degradado del caserío Sausal en el distrito de Padre Felipe Luyando. El nivel de investigación fue explicativo y diseño de investigación experimental. Empleo diferentes dosis de compost (0, 1 y 2 kg) y tamaños de hoyo (20 x 20 x 20 y 30 x 30 x 30 cm) que generó seis tratamientos que se distribuyó en un DBCA. Evaluó las plantas hasta una edad de seis meses y realizó mediciones de su altura y diámetro del tallo. Como resultados, observó significancia estadística al utilizar dosis de compost respecto a las variables medidas, pero el tamaño del hoyo registró efectos similares. Concluyó que ambos factores interaccionan respecto al crecimiento inicial en altura y diámetro del tallo para *S. amazonicum* establecida en suelos degradados.

1 Según Madarra (2019), el estudio tuvo como objetivo la obtención de información sobre el crecimiento de *C. cateniformis* plantadas en distintos sistemas agroforestales. Utilizó sistemas: T₁ conformado por *C. cateniformis*, *Bactris gasipaes* (pijuayo), *Theobroma grandiflorum* (copuazu), *Inga edulis* (guaba), *Musa paradisiaca* (plátano) y *Eugenia stipitata* (arazá), T₂ que lo conformó *C. cateniformis*, *B. gasipaes*, *T. grandiflorum*, *Ananas comosus* (piña), *M. paradisiaca* y *Pourouma cecropiifolia* (uvilla), T₃ fue constituido por *C. cateniformis*, *B. gasipaes*, *Euterpe oleracea* (huasahi), *A. comosus* e *I. edulis*; se distribuyó los tratamientos en un diseño simple al azar con tres repeticiones. En el T₁ se observó mejor incrementos en altura y diámetro del tallo, aunque, hubo solamente diferencias estadísticas entre

tratamientos para la altura de las plantas.

En su investigación Villarruel (2018), tuvo como objetivo la evaluación del efecto de fertilizar con distintas dosificaciones del nitrógeno, fósforo y potasio sobre el crecimiento en altura, diámetro, así como la sobrevivencia de las especies: *Cedrela odorata* (cedro), *A. macrocarpon*, *Aspidosperma parvifolium* (palo amarillo) e *Hymenaea oblongifolia* (huayruro), establecidas en terreno definitivo; utilizó un diseño de parcela dividida completo randomizado con nueve parcelas, para cada parcela se estableció tres plantas por especie, cada grupo de tres individuos por especie conformó una subparcela que se distribuyó al azar en cada parcela. Por parcela se aplicó los tratamientos de NPK de forma aleatoria en cada parcela. El T₁ dosificada por 26 kg/ha de urea, 17,6 kg/ha de Superfosfato triple (SFT) y 13,2 kg/ha de KCl; el T₂ lo conformó 34,6 kg/ha de urea, 21,9 kg/ha de SFT y 12,3 kg/ha de KCl, y el T₃ se dosificó con 43,3 kg/ha de urea, 26,4 kg/ha de SFT y 25,6 kg/ha de KCl. Se realizó mediciones a la semana, 8 meses y 17 meses después de establecido. Como resultados, no se observó significancia entre tratamientos para el diámetro el tallo, altura total y tasa de supervivencia de las plantas. Al analizar por especies, hubo efecto estadístico en *C. odorata* luego de 8 meses de plantado en el diámetro del tallo y altura total, donde el T₃ superó al T₂ y T₁. En *A. macrocarpon*, *A. parvifolium* e *H. oblongifolia* no registraron significancia estadística en las variables evaluadas al utilizar las distintas dosis.

Panduro (2013), en su informe de tesis que tuvo como objetivo relacionar la densidad y biomasa de la macrofauna con ciertas propiedades físicas y químicas del suelo provenientes de distintos sistemas de uso, como parte de su estudio tomó muestras de suelos de la plantación de *C. cateniformis* en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Como resultado reportó valores de la textura con 17,68 % de arena, 51,04 % de arcilla y 31,28 % de limo correspondiendo a una textura de suelo arcilloso, el pH tuvo un valor de 4,07, la materia orgánica registró 2,44 %, nitrógeno con 0,11 %, fósforo de 3,86 ppm y K₂O de 174,91 kg/ha. Determinó relación positiva entre la densidad y biomasa de macrofauna con el pH y fósforo de los suelos, y relación negativa respecto a la materia orgánica y el nitrógeno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se instaló en los terrenos del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), asociada a una plantación de *I. edulis* de un año de edad, en una extensión superficial de 9 360 m². La parcela se encuentra ubicada en las coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) (Datum WGS84) 391 197,46 m este y 8 971 355,60 m norte y a una altitud de 763 m s. n. m.

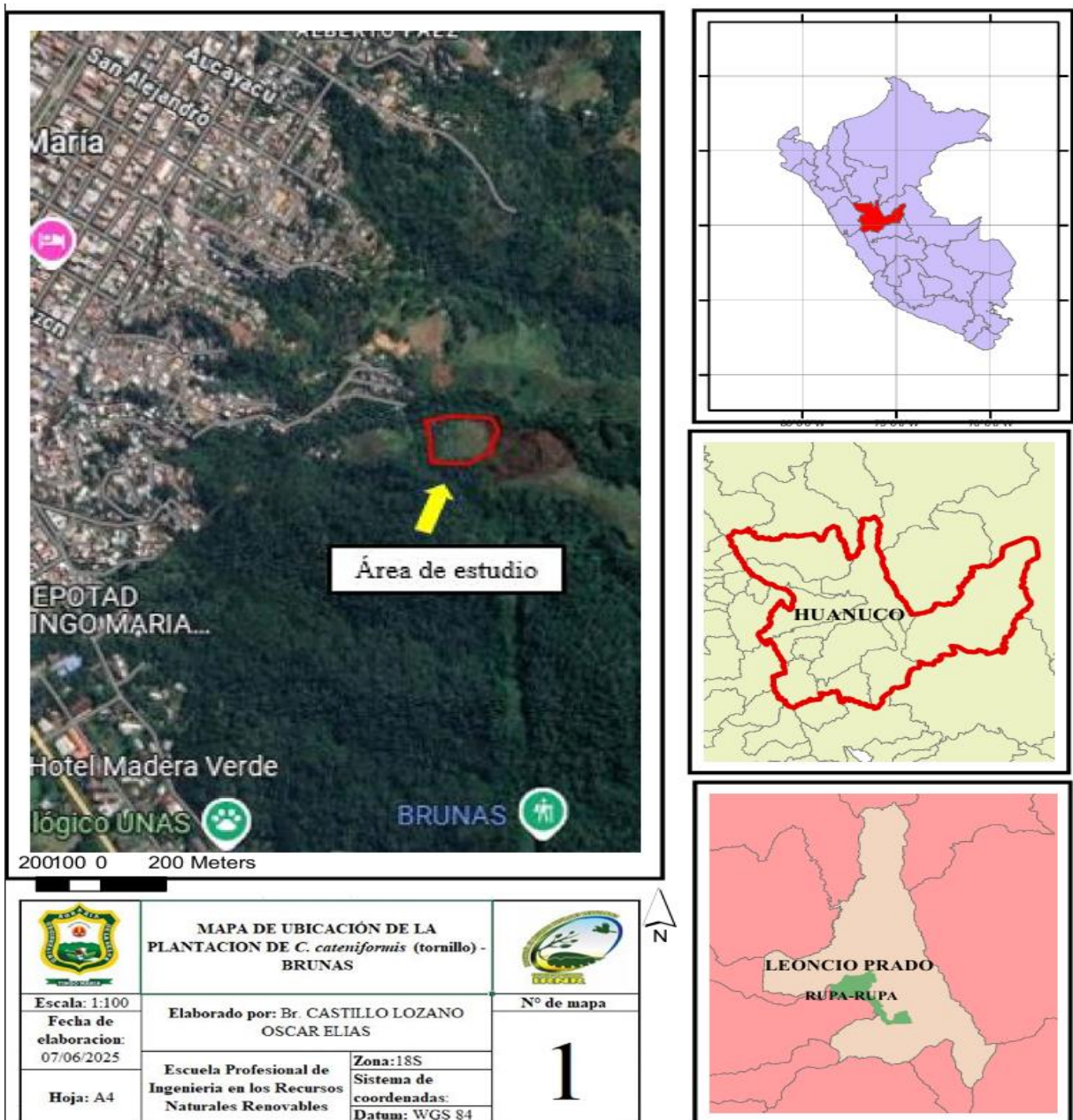


Figura 1. Ubicación del área donde se desarrolló el estudio.

3.1.2. Ubicación política

El BRUNAS se encuentra en la margen izquierda de la carretera Central 1,21 km, políticamente está circunscrito en la ciudad de Tingo María del distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco (Figura 1).

3.1.3. Condiciones climáticas

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2025) el área de estudio presentó una temperatura media anual de 26,33 °C, humedad relativa de 80,81 % y precipitación promedio de 3 471,90 mm (Tabla 1).

Tabla 1. Características climáticas del periodo de ejecución del estudio.

Mes/2024 - 2025	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/mes)
	Máxima	Mínima	Media		
Feb.	30,77	21,56	26,26	83,45	408,70
Mar.	31,59	21,77	26,68	82,22	373,20
Abr.	31,91	22,11	27,01	81,85	216,80
May.	31,75	22,06	26,90	80,83	169,30
Jun.	30,92	20,89	25,91	80,09	234,00
Jul.	30,81	20,21	25,51	79,24	105,70
Ago.	31,99	20,23	26,11	75,34	74,10
Set.	33,32	20,85	27,09	71,85	42,40
Oct.	33,34	21,54	27,44	76,44	158,60
Nov.	30,02	21,56	25,79	85,69	275,70
Dic.	30,21	21,22	25,71	84,82	543,60
Ene.	30,23	21,16	25,70	84,45	380,40
Feb.	31,00	21,41	26,20	84,26	489,40
Promedio	31,37	21,27	26,33	80,81	3 471,90

Fuente: SENAMHI (2025).

3.1.4. Zona de vida

Según la clasificación ecológica de zonas de vida de Holdridge (1987), el área experimental se ubica dentro del bosque muy húmedo Premontano Subtropical (bmh-PST). En cuanto a la zonificación natural del Perú, establecida por Pulgar (1987), esta área pertenece a la región conocida como Rupa Rupa o Selva Alta, caracterizada por su altitud intermedia y alta humedad, típica de los ecosistemas de la vertiente oriental de los Andes.

3.1.5. Antecedentes de la plantación

La plantación se estableció en el área bajo el dosel de *I. edulis* de un año de edad, establecido mediante el método rectangular a un distanciamiento de 3 m entre plantas y 4 m entre calles con una densidad de 833 plantas por hectárea. Previamente a la instalación de la plantación de *C. cateniformis* se realizó el análisis de las características edáficas del área en estudio en el mes de noviembre del 2023 en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología (LASEA) de la Facultad de Agronomía, UNAS, presentando una textura franco arenoso con un pH medianamente ácido de 5,22, con relación a las características químicas fueron bajos para la materia orgánica con 1,38 %, nitrógeno total con 0,069 %, fósforo con 1,68 ppm y potasio con 65,55 ppm. Capacidad de intercambio catiónico equivalente con 3,94 pendiente (Anexo B).

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Para el estudio se dispuso como material biológico plantones de *C. cateniformis* de 9 meses de edad, los mismos que fueron producidos en un vivero volante implementado en un área circundante a la parcela donde se instaló el experimento. Las semillas se recolectaron de los árboles semilleros del Banco de Germoplasma de cacao ubicado en el BRUNAS. Para la instalación de la plantación se utilizó cinta métrica, wincha de mano, balanza gramera y jalones topográficos y como abonos el NPK (Figura 35 del Anexo) y el Mallki reforzado (Figura 36 del Anexo). Para las mediciones de los indicadores previstos en el estudio, se utilizó el vernier mecánico, mira topográfica telescópica y wincha de mano, como equipos el GPS Garmin para georreferenciar la parcela y cámara fotográfica. Como herramientas para las labores culturales se utilizó machetes, sERRUCHO de arco y motoguadaña.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Preparación del terreno y apertura de hoyos

a) Preparación del terreno

Actividad que consistió en el deshierbo de las malezas con la ayuda de una motoguadaña dejándose las especies pioneras de regeneración natural como la *Cecropia peltata* (cetico), *Melastoma malabathricum* (redondendro indio) con el fin de facilitar las labores de demarcación, apertura de hoyos y plantación.

b) Diseño de plantación y apertura de hoyos

Se adoptó el método de plantación rectangular a un distanciamiento entre planta y planta de 6 m y entre fila y fila de 8 m. Seguidamente se procedió a la apertura de hoyos de las dimensiones considerando como testigo los hoyos cilíndricos de

12 cm de diámetro por 22 cm de profundidad y hoyos cuadrados de 25 por 25 cm y 22 cm de profundidad y 40 por 40 cm y 22 cm de profundidad. La apertura de los hoyos se realizó para el testigo con una poseadora de dos manos, en los otros casos se utilizó una pala recta (**Figuras 2 y 3**).

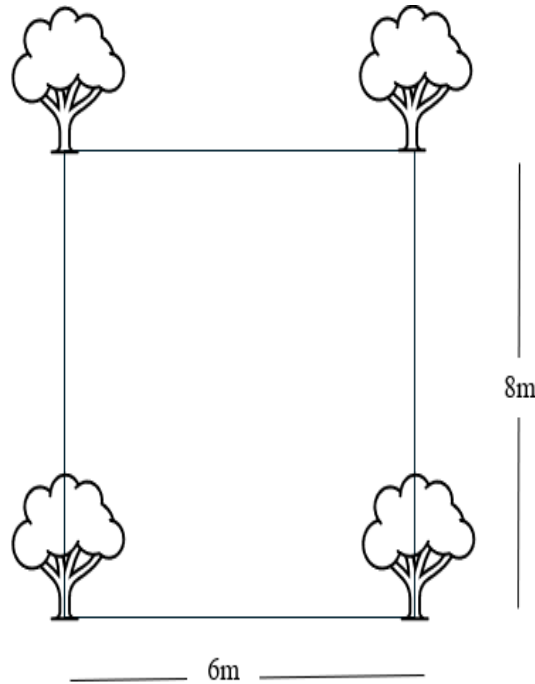


Figura 2. Diseño de plantación de estudio.

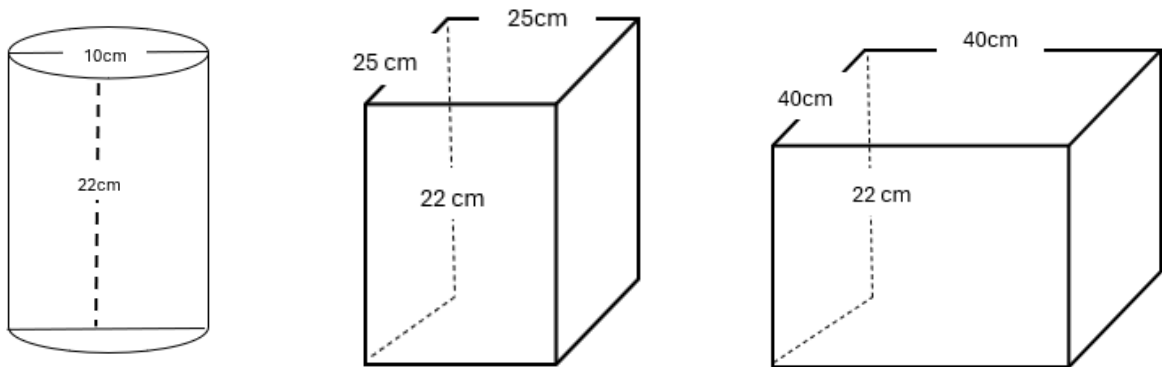


Figura 3. Esquema de los tamaños de hoyos.

c) Abonamiento de inicio y plantación

Previo al establecimiento de la plantación, se llevó a cabo la aplicación del abono orgánico o químico en los hoyos de siembra, siguiendo estrictamente los tratamientos definidos con anterioridad (**Tabla 2**). Esta etapa fue fundamental para asegurar una distribución homogénea del fertilizante en cada unidad experimental. Posteriormente, el suelo del hoyo fue removido junto con el abono incorporado, con el propósito de facilitar una

mejor aireación y estructura del sustrato, lo cual favorece el desarrollo radicular de los plantones. Este procedimiento también se realizó para evitar el contacto directo del abono con el pan de tierra de los plantones, ya que dicho contacto puede causar quemaduras o daños a las raíces jóvenes, especialmente si se trata de fertilizantes de alta concentración.

Una vez acondicionado el hoyo, se procedió a retirar cuidadosamente las bolsas plásticas que contenían los plantones, asegurando que el pan de tierra permaneciera intacto para minimizar el estrés del trasplante. Los plantones fueron colocados de manera centrada en los hoyos, garantizando que la base del tallo quedara al nivel del suelo. Finalmente, se fijaron firmemente rellenando con la tierra previamente extraída al momento de la apertura de los hoyos, presionando ligeramente alrededor de la base para dar estabilidad a la planta y asegurar un buen contacto entre el suelo y el sistema radicular.



Figura 4. Abonos utilizados en el estudio.

Entre las actividades culturales realizadas a la plantación, se consideró la limpieza de la parcela experimental empleando una desbrozadora con la cual se cortó principalmente a las herbáceas y se dejó a los arbustos y árboles que aparecieron mediante la regeneración natural; otra de las labores fue la aplicación de los fertilizantes en periodos de cada cuatro meses. Además, en el caso de que algunas plantas de *I. edulis* presentaba alguna rama que se ubicaba sobre la parte apical de *C. cateniformis*, se procedió a podar empleando una tijera de mano para poda.

3.2.2.2. Procedimiento de acuerdo con los objetivos

- Determinación del efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis*

Para la determinación del efecto de los tamaños de hoyos sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis*, se evaluó por periodos de cada cuatro meses tomando en consideración los indicadores que seguidamente se describen:

- Supervivencia de plantas (%)

La supervivencia se evaluó a los 15 días de establecido la plantación mediante la observación directa a través de recorridos de acuerdo con los tratamientos previstos contándose las plantas vivas y plantas muertas, para ello se asignó el valor de 0 a las plantas muertas (ausente o muerto en pie) y un valor de 1 a las plantas vivas, luego se determinó el porcentaje de supervivencia mediante la fórmula siguiente dado por López (2015):

$$\% \text{ de supervivencia} = \frac{\text{Número de plantas vivas}}{\text{Número total de plantones plantados}} \times 100 \quad (1)$$

Según Centeno (1993), la supervivencia se categorizó en: bueno (>80 %), regular (40% - 90 %) y malo (< 40 %).

- Altura total de las plantas (cm)

Se midió a los quince días de establecida la plantación para establecer la línea base del crecimiento e incremento de las plantas, tomándose la medida vertical tomando como referencia la superficie del suelo hasta el ápice terminal de las plantas con el apoyo de una wincha y mira topográfica. El mismo procedimiento se adoptó para las mediciones que se realizaron cada cuatro meses hasta completar el tiempo de un año.

- Incremento de la altura total de las plantas (cm)

Para obtener los valores para este indicador se aplicó la expresión matemática:

$$IH = Af - Ai \quad (2)$$

Siendo:

IH = Incremento de altura total de las plantas (cm)

Ai = Altura total de la primera evaluación (cm)

Af = Altura total de la última evaluación (cm)

- Diámetro basal del tallo (cm)

El diámetro o grosor basal del tallo, se midió a nivel del suelo con el apoyo de un vernier mecánico.

- Incremento del diámetro basal del tallo (mm)

Para obtener los valores de este parámetro se empleó la siguiente fórmula:

$$ID = Df - Di \quad (3)$$

Siendo:

ID = Incremento de diámetro basal del tallo (mm)

Di = Valor del diámetro medido al inicio (mm)

Df = Valor del diámetro medido al final (mm)

- Área foliar (cm²)

Para la estimación del área foliar, se realizó las mediciones de cinco plantas por unidad experimental a las cuales se le seleccionó la hoja más joven completamente extendida, siguiendo el criterio de uniformidad en el desarrollo foliar. A continuación, cada hoja fue fotografiada individualmente sobre un fondo blanco que incluía una escala de referencia basada en un cuadrado de papel milimetrado de 1 cm², lo cual permitió una posterior calibración precisa en el software de análisis de imágenes. Cada imagen fue etiquetada con un código único que correspondía al número de planta, tratamiento asignado y bloque experimental, facilitando la trazabilidad de los datos.

Las imágenes obtenidas fueron procesadas mediante el software libre ImageJ versión 1.54k, ampliamente utilizado para análisis morfométrico. En primer lugar, se calibró la escala utilizando el cuadrado de 1 cm² incluido en cada fotografía; luego, se procedió a convertir la imagen a escala de grises para mejorar el contraste entre la hoja y el fondo. A través de la herramienta “Polygon selections” se trazó cuidadosamente el contorno de cada foliolo, asegurando que los márgenes fueran precisos; posteriormente, se usó la función “Measure” para obtener el valor del área en centímetros cuadrados. Este procedimiento fue repetido para cada muestra, y los datos fueron registrados para su análisis estadístico posterior (Jesús, 2022).

- Diferencia del área foliar (cm²)

Para la diferencia del área foliar se estimó a través de la fórmula:

$$DAF = Af - Ai \quad (4)$$

Donde:

DAF = Diferencia del área foliar (cm²)

A_i = Área inicial

A_f = Área final

- Medición de la longitud de la lámina foliar (cm)

La longitud de la lámina foliar se midió desde la parte basal del limbo hasta la parte apical del limbo de la lámina foliar, mediante el software ImageJ.

- Diferencia de la longitud de la lámina foliar (cm)

Para calcular la diferencia del largo de la lámina foliar se utilizó la siguiente fórmula:

$$DLL = L_f - L_i \quad (5)$$

Donde:

DLL = Diferencia del largo de la lámina foliar (cm)

L_i = Largo inicial (cm)

L_f = Largo final (cm)

- Volumen de la copa (m^3)

El valor volumétrico de la copa de las plantas fue calculado usando la fórmula considerada por Turrel (1946), siendo expresado de la forma:

$$\text{Volumen de copa} = 0,5236 \times H_c \times D_c^2 \quad (6)$$

Siendo:

H_c = Valor de la altura de la copa (m)

D_c = Valor del diámetro de copa al medir desde N-S y E-W (m)

- Incremento del volumen de la copa (m^3)

Para el incremento del volumen de la copa se recurrió a la siguiente fórmula:

$$IVC = V_f - V_i \quad (7)$$

Donde:

IVC = Incremento del volumen de la copa m^3

V_i = Volumen inicial (m^3)

V_f = Volumen final (m^3)

- Evaluación del efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis*

Para la determinación del efecto de las dosis de abonamiento sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis*, se evaluó tomando en consideración los mismos procedimientos e indicadores antes descritos para determinar el efecto del tamaño de hoyo en intervalos de cuatro meses entre evaluaciones.

3.2.2.3. Aspectos metodológicos

a) Enfoque de investigación

Según Hernández y Mendoza (2018) la investigación fue de enfoque cuantitativo, ya que se basó en conteos numéricos relacionados con las variables dependientes, lo que permitió una medición objetiva de los resultados. Este enfoque fue adecuado para estimar la ocurrencia y magnitud del efecto del tamaño del hoyo y del abonamiento sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis*, permitiendo analizar tendencias y relaciones entre variables de manera precisa. Además, facilitó la aplicación de herramientas estadísticas para sustentar las conclusiones del experimento de forma rigurosa y replicable.

b) Tipo de investigación

Según Supo y Zacarías (2020) es una investigación con intervención de acuerdo al criterio de la intervención impartida por el investigador y considerando que la recolección de datos lo realizó el propio tesista a propósito del estudio. Además, atendiendo al número de mediciones de las variables en estudio se consideró como una investigación de tipo longitudinal porque se realizaron la recolección de los datos en cuatro ocasiones distribuidos de manera semejante durante los 12 meses que se consideró luego de establecer la plantación; además las mediciones se realizaron a las mismas unidades experimentales.

c) Nivel de investigación

En base a lo planteado por Supo y Zacarías (2020), la investigación fue de nivel explicativo, porque se consideró plantear las relaciones de causalidad entre las variables independientes (tamaño del hoyo y abonamiento) respecto a la variable dependiente (crecimiento inicial de la *C. cateniformis*) mediante el procedimiento de la experimentación.

d) Diseño de investigación

El estudio correspondió a un diseño de investigación experimental, ya que se centró en la manipulación deliberada de variables independientes como el tamaño del hoyo y el tipo de abonamiento, con el propósito de observar sus efectos sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis* en condiciones de campo definitivo. Este enfoque permitió establecer relaciones causales entre las variables manipuladas y las respuestas observadas en las plantas, bajo condiciones controladas dentro del marco del experimento (Orosco y Pomasunco, 2014). La estructura del diseño garantizó la validez interna y la posibilidad de replicación del estudio.

e) Variables de estudio

Variables independientes. Se consideró el uso de dos niveles, las mismas que fueron:

- Tamaño de hoyo
- Dosis de abonamiento

Variable dependiente. Se consideró el uso de un solo nivel, la misma que fue:

- Crecimiento inicial

Variables intervinientes. De acuerdo a la zona donde se realizó el estudio y la época del año cuando fue establecido la parcela experimental, se consideró que intervinieron al:

- Suelo
- Edad de los plántones
- Condiciones climáticas

f) Componentes en estudio

Fueron los siguientes:

Tamaño de hoyo (A)

$a_1 = 25 \times 25 \times 22$ cm de profundidad

$a_2 = 40 \times 40 \times 22$ cm de profundidad

Dosis de abonamiento (B)

$b_1 = 3$ kg de abono orgánico reforzado Mallki

$b_2 = 6$ kg de abono orgánico reforzado Mallki

$b_3 = 9$ kg de abono orgánico reforzado Mallki

$b_4 = 150$ gr de NPK (Molimax 20-20-20)

$b_5 = 225$ gr de NPK (Molimax 20-20-20)

$b_6 = 300$ gr de NPK (Molimax 20-20-20)

Las dosis antes indicadas para su aplicación se fraccionaron en tres cantidades por igual iniciándose la primera aplicación al momento de la plantación y las dos restantes a los 4 y 8 meses de edad.

g) Tratamientos en estudio

Se consideró 12 tratamientos, con 1 testigo independiente de la interacción de los componentes en estudio (tamaño de hoyo de 12 cm de diámetro por 22 cm de profundidad y sin dosis de abonos).

Tabla 2. Tratamientos considerados para la tesis.

Tratamientos	Clave	Descripción
T ₁	a ₁ b ₁	Hoyo de 25 x 25 x 22 cm de profundidad y 3 kg de abono Mallki
T ₂	a ₁ b ₂	Hoyo de 25 x 25 x 22 cm de profundidad y 6 kg de abono Mallki
T ₃	a ₁ b ₃	Hoyo de 25 x 25 x 22 cm de profundidad y 9 kg de abono Mallki
T ₄	a ₁ b ₄	Hoyo de 25 x 25 x 22 cm de profundidad y 150 g de NPK
T ₅	a ₁ b ₅	Hoyo de 25 x 25 x 22 cm de profundidad y 225 g de NPK
T ₆	a ₁ b ₆	Hoyo de 25 x 25 x 22 cm de profundidad y 300 g de NPK
T ₇	a ₂ b ₁	Hoyo de 40 x 40 x 22 cm de profundidad y 3 kg de abono Mallki
T ₈	a ₂ b ₂	Hoyo de 40 x 40 x 22 cm de profundidad y 6 kg de abono Mallki
T ₉	a ₂ b ₃	Hoyo de 40 x 40 x 22 cm de profundidad y 9 kg de abono Mallki
T ₁₀	a ₂ b ₄	Hoyo de 40 x 40 x 22 cm de profundidad y 150 g de NPK
T ₁₁	a ₂ b ₅	Hoyo de 40 x 40 x 22 cm de profundidad y 225 g de NPK
T ₁₂	a ₂ b ₆	Hoyo de 40 x 40 x 22 cm de profundidad y 300 g de NPK
T ₀	c	Hoyo de 10 x 10 x 22 cm de profundidad, sin fertilizar

h) Diseño experimental

El diseño experimental correspondió a Bloques Completamente Randomizado con Arreglo Factorial 2A x 6B + testigo.

i) Características del diseño**Bloques:**

- Número de bloques : 3
- Largo de bloque : 156 m
- Ancho de bloque : 8 m
- Área total del bloque : 1 248 m²
- Área total del experimento : 3 744 m²

Unidad experimental (UE):

- Unidades experimentales/ bloque : 13
- Largo de la UE : 12 m
- Ancho de la UE : 8 m
- Total de UE : 39
- Área total de una UE : 96 m²

Cantidad de plantas:

- Número de plantas por tratamiento : 5

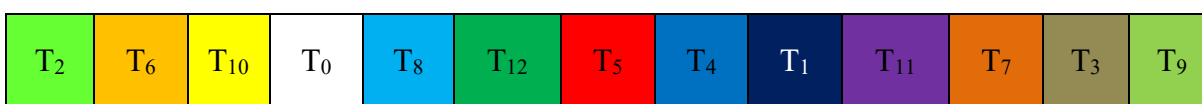
- Número de plantas por bloque : 65
- Total de plantas por experimento : 195

Distanciamiento de la plantación

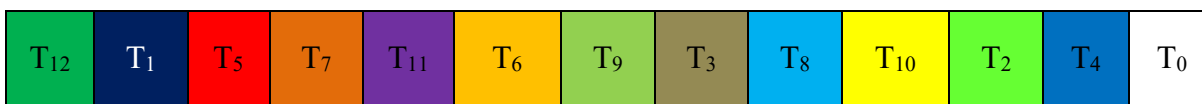
- Entre plantas : 6 m
- Entre filas : 8 m

j) Croquis experimental

Bloque I



Bloque II



Bloque III

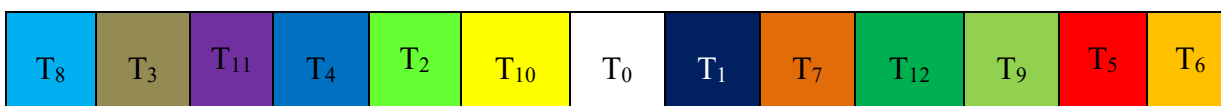


Figura 5. Croquis del experimento.

k) Esquema del Análisis Estadístico (ANVA)

<u>Fuente de variación</u>	<u>G.L.</u>
Bloques	$(r - 1) = 2$
Tamaño de hoyo (A)	$(a - 1) = 1$
Dosis de abonos (B)	$(b - 1) = 5$
Interacción de factores A x B	$(a - 1)*(b - 1) = 5$
Testigo vs Resto	$t = 1$
Error experimental	$(N-1)-((r - 1)+(a - 1)+(b - 1)+(a - 1)*(b - 1) + 1) = 24$
Total	$((a*b+t)*r)-1 = 38$
N=	

l) Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica fue la observación directa en razón que el tesista tomó las medidas como parte de la recolección de datos para tal fin se utilizó instrumentos mecánicos de medición como el vernier, wincha y mira topográfica.

m) Análisis estadísticos

Para el procesamiento de la información recolectada durante el experimento, se procedió inicialmente a la tabulación de datos utilizando la hoja de cálculo del

programa Microsoft Excel. Esta herramienta permitió organizar y depurar los datos obtenidos de manera sistemática, asignando códigos a cada variable, tratamiento y bloque experimental, lo cual facilitó su posterior análisis. Una vez estructurada la base de datos, se exportó al programa estadístico SPSS versión 27, software especializado ampliamente utilizado para el análisis cuantitativo en investigaciones científicas.

17 El análisis de datos incluyó el uso de estadística descriptiva, mediante la cual se calcularon medidas de tendencia central (media), de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variación) y de distribución, permitiendo caracterizar numéricamente el comportamiento de las variables evaluadas. Posteriormente, se empleó estadística inferencial para contrastar las hipótesis planteadas en el estudio a un nivel de significancia del 5% o 0,05. En ese sentido, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) correspondiente al diseño experimental AxB+1, adecuado para estudios con dos factores (en este caso, tamaño de hoyo y tipo de abonamiento) y una repetición adicional o control (Uday, 2015). Este análisis permitió determinar si existían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y, de ser el caso, se complementó con pruebas de comparación de medias de Duncan para identificar entre qué tratamientos se encontraban dichas diferencias. Todo el procedimiento se realizó con rigurosidad metodológica para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* en el primer año de establecida en campo definitivo

4.1.1. Supervivencia

El establecimiento de la *C. cateniformis* empleando dos dimensiones de los hoyos en suelos degradados no presentó efecto estadístico significativo sobre la supervivencia de las plantas, esta ausencia de significancia estadística perduró durante las cuatro evaluaciones realizadas en el primer año de establecido. En la última evaluación se muestra ligera superioridad numérica en los hoyos de mayor dimensión (Tabla 3 y Figura 6).

Tabla 3. Comportamiento de la supervivencia (%) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Tamaño de hoyo (cm)	Meses después del establecimiento			
	0	4	8	12
25 x 25 x 22	100,00 ^a	90,00 ^a	77,78 ^a	71,11 ^a
40 x 40 x 22	100,00 ^a	88,89 ^a	81,11 ^a	80,00 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

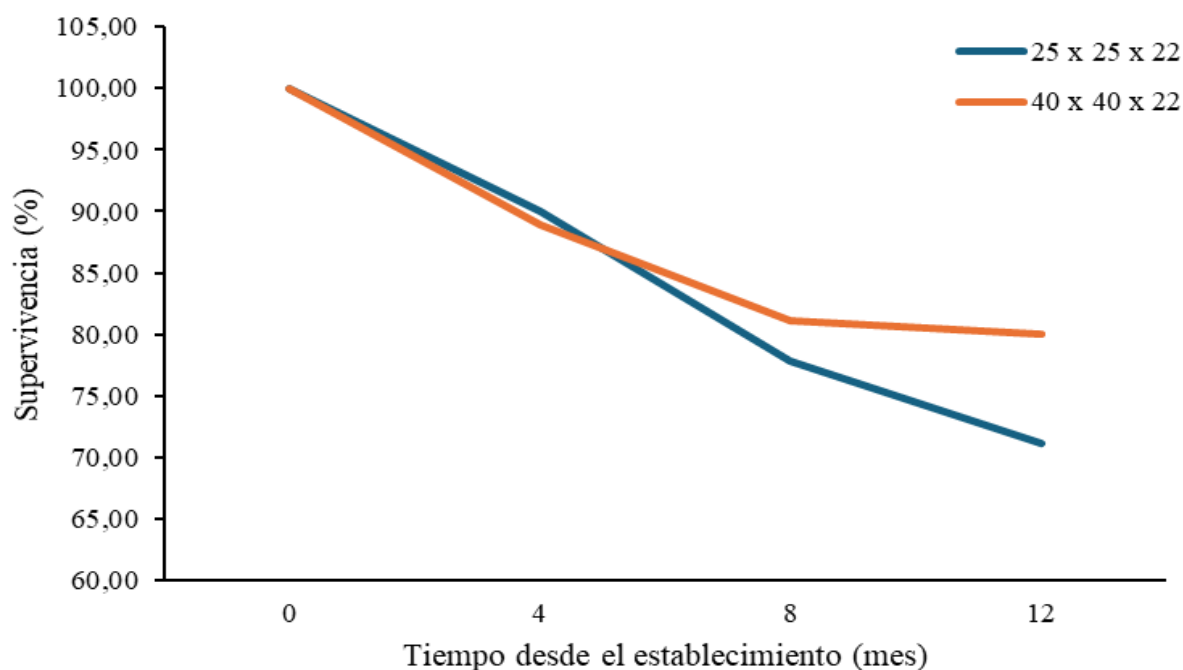


Figura 6. Supervivencia (%) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Considerando los resultados sobre la supervivencia del presente estudio (**Tabla 3** y **Figura 6**) difiere con lo reportado por Blaser et al. (1985), quien obtuvo una supervivencia de la *C. cateniformis* de 97 % en el primer año de establecido en campo definitivo en la provincia de Requena, departamento de Loreto, valor menor con respecto a lo obtenido en el presente estudio con una diferencia de 25,89 % para el tamaño de hoyo 25x25x22 cm y 17 % para los hoyos de 40x40x22 cm. Estos valores diferentes entre ambos estudios pueden responder a las condiciones edáficas del suelo como la textura franco arenoso, haberse establecido en un suelo degradado y a la escasez de lluvias que se acentuaron posterior a la plantación que osciló entre 169,30 mm para el mes de mayo y 42,40 mm para septiembre, considerando que las condiciones ambientales y las condiciones edáficas son factores que determinan la supervivencia de las plantas. También Mauki y kilonso (2022), con respecto a la supervivencia de la especie *Melia volkensii* en relación al tamaño del hoyo comúnmente usado por los agricultores (aproximadamente de 15 cm por lado) la supervivencia fue de 10,31 % en contraste a una mayor supervivencia de 50,38 % con hoyos de mayor longitud, observándose que existe asociación entre el tamaño de hoyo con respecto a la supervivencia, estos resultados se corroboran con los valores del presente estudio donde numéricamente a mayor tamaño del hoyo la supervivencia fue mayor, siendo bueno (80,00 %) para los hoyos de 40 x 40 x 22 y regular (71,11 %) para los hoyos de 25 x 25 x 22 cm según la categorización dado por Centeno (1993) la supervivencia se categorizó en: bueno (>80 %), regular (40 - 90 %) y malo (< 40 %).

4.1.2. Altura total

El establecimiento de la *C. cateniformis* empleando dos dimensiones de los hoyos en suelos degradados no presentó efecto estadístico significativo sobre el comportamiento de la altura total de las plantas, esta ausencia de significancia estadística perduró durante las cuatro evaluaciones realizadas en el primer año de establecido. En la tercera evaluación (8vo mes) se muestra ligera superioridad numérica en los hoyos de mayor dimensión (**Tabla 4** y **Figura 7**).

Tabla 4. Comportamiento de la altura total (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Tamaño de hoyo	Meses después del establecimiento				Incremento (cm)
	0	4	8	12	
25 x 25 x 22	56,34 ^a	70,99 ^a	82,43 ^a	100,90 ^a	45,95 ^a
40 x 40 x 22	56,78 ^a	74,22 ^a	88,14 ^a	103,53 ^a	46,55 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística.

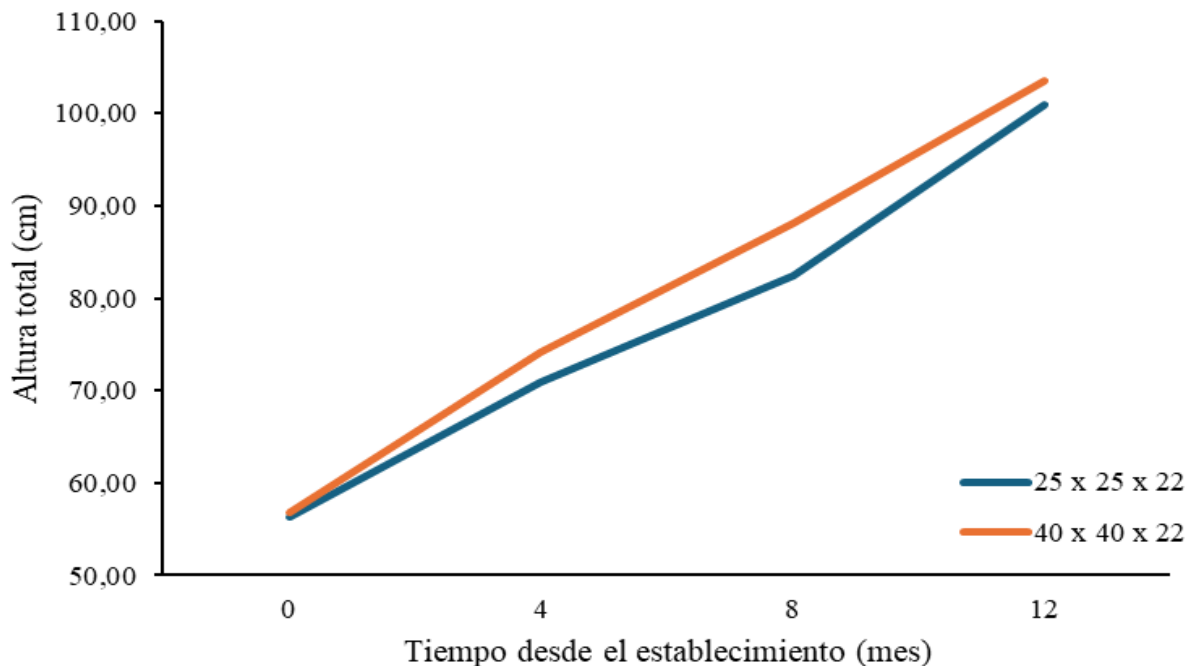


Figura 7. Altura total (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Con respecto a la altura total se muestra una leve diferencia numérica superior en los hoyos de mayor dimensión (**Figura 7**), lo que se corrobora con lo reportado por Mallqui (2019), en la especie *Schizolobium amazonicum* donde obtuvo una altura de 33,13 cm en hoyos de 20 x 20 x 20 cm y de 36,03 cm en hoyos de 30 x 30 x 30 cm a los seis meses de establecido. Estas diferencias se deben posiblemente a la especie donde la tasa de crecimiento es diferente con relación a sus densidades de la madera, también se puede atribuir a las condiciones del suelo en cuanto a sus propiedades físicas y químicas. Otro factor que puede haber incidido en la altura total es el tiempo de evaluación que fue mayor para la investigación con 100,90 cm y 103,53 cm en tamaños de hoyos de 25 x 25 x 22 y de 40 x 40 x 22 respectivamente, así como a la retención de agua en razón que a mayor tamaño de hoyo la retención de agua es superior lo que se corrobora con lo referido por Mwamburi y Musyoki (2010), quienes señalan que los hoyos más pequeños en plantaciones almacenan menor cantidad de agua que en hoyos de mayor tamaño.

4.1.3. Diámetro basal del tallo

El establecimiento de la *C. cateniformis* utilizando dos dimensiones de hoyos en suelos degradados no presentó efecto estadístico significativo sobre el comportamiento del diámetro basal de las plantas, esta falta de significancia estadística permaneció durante las cuatro evaluaciones realizadas en el primer año de establecido. En la

cuarta evaluación (12 mes) se muestra ligera superioridad numérica en los hoyos de mayor dimensión (**Tabla 5 y Figura 8**).

Tabla 5. Comportamiento del diámetro basal (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Tamaño de hoyo	Meses después del establecimiento				Incremento
	0	4	8	12	
25 x 25 x 22	0,71 ^a	1,04 ^a	1,42 ^a	1,72 ^a	1,01 ^a
40 x 40 x 22	0,73 ^a	1,10 ^a	1,52 ^a	1,91 ^a	1,17 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

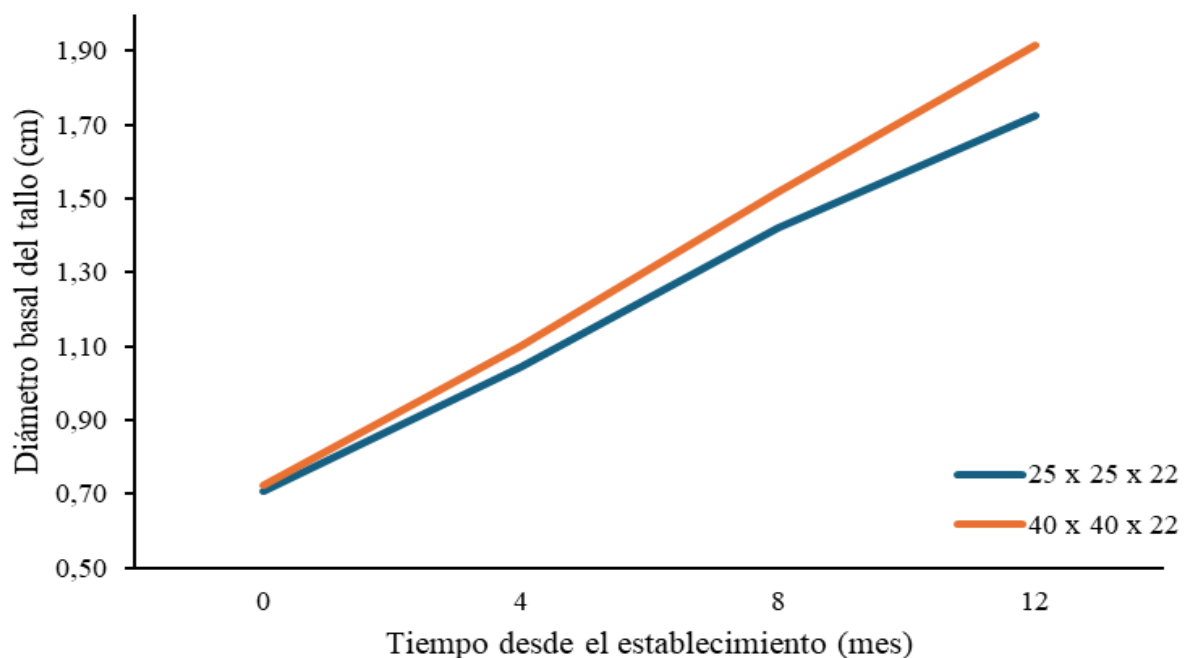


Figura 8. Diámetro basal (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Con relación al diámetro basal se muestra una ligera diferencia numérica superior en los hoyos de mayor dimensión (**Figura 8**), lo que se corrobora con lo reportado por Mallqui (2019), en la especie *S. amazonicum* respecto al diámetro basal alcanzaron valores promedios de 0,51 cm en el hoyo de tamaño de 25 x 25 x 22 cm y de 0,55 cm en hoyo de tamaño de 30 cm x 30 cm x 30 cm al igual que para la altura total estadísticamente no se registró diferencias significativas del diámetro basal e incremento. Estas diferencias entre los valores del presente estudio y lo señalado por (Mallqui, 2019) puede atribuirse a la especie, al tiempo

de evaluación y a las condiciones edáficas del terreno donde fueron establecidas las plantaciones.

4.1.4. Área foliar, longitud de lámina foliar y volumen de copa

El área foliar de la especie en estudio empleando dos tamaños de hoyos y establecidos en suelos degradados no tuvieron efecto estadístico sobre el área foliar de las plantas, esta ausencia de significancia estadística se mostró durante las cuatro evaluaciones realizadas en el primer año de establecido. Para la cuarta evaluación (12 mes) se evidencia un descenso marcado en el área foliar pasando a ser menor en hoyos de 40 x 40 x 22 cm (**Tabla 6 y Figura 9**).

En cuanto de la longitud de la lámina empleando dos dimensiones de hoyos en suelos degradados, no presentó efecto estadístico significativo sobre el comportamiento de la longitud de lámina folia de las plantas, esta ausencia de significancia estadística perduró durante las cuatro evaluaciones realizadas en el primer año de establecido. En la cuarta evaluación (12 mes) considerando el menor tamaño de los hoyos se muestra una ligera superioridad numérica con respecto a la longitud de la lámina foliar en las plantas establecidas en hoyos de menor dimensión (**Tabla 7 y Figura 10**).

En la plantación de la *C. cateniformis* empleando dos dimensiones de hoyos en suelos degradados no presentó efecto estadístico significativo sobre el comportamiento del volumen de copa de las plantas, esta ausencia de significancia estadística perduró durante las cuatro evaluaciones realizadas en el primer año de establecido (**Tabla 7 y Figura 11**).

Tabla 6. Comportamiento del área foliar (cm²), longitud de lámina foliar (cm) y volumen de copa (cm³) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Variable	Tamaño de hoyo	Meses después del establecimiento				Incremento
		0	4	8	12	
Área foliar	25 x 25 x 22	506,64 ^a	1 503,90 ^a	1 953,60 ^a	1 752,48 ^a	1 188,35 ^a
	40 x 40 x 22	570,23 ^a	1 563,52 ^a	2 158,02 ^a	1 359,88 ^a	772,75 ^a
Longitud de lámina foliar	25 x 25 x 22	33,31 ^a	54,20 ^a	58,98 ^a	62,41 ^a	27,59 ^a
	40 x 40 x 22	34,18 ^a	52,35 ^a	65,32 ^a	60,96 ^a	26,98 ^a
Volumen de copa	25 x 25 x 22	0,015 ^a	0,033 ^a	0,058 ^a	0,147 ^a	0,132 ^a
	40 x 40 x 22	0,016 ^a	0,033 ^a	0,063 ^a	0,144 ^a	0,127 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

Con respecto al área foliar que marcadamente pasó a ser inferior a partir del octavo mes de la plantación se debe a su propio comportamiento de la especie en estudio que experimenta en la edad juvenil un proceso de defoliación (previamente a la evaluación) y las hojas nuevas presentaban por lo general menor tamaño.

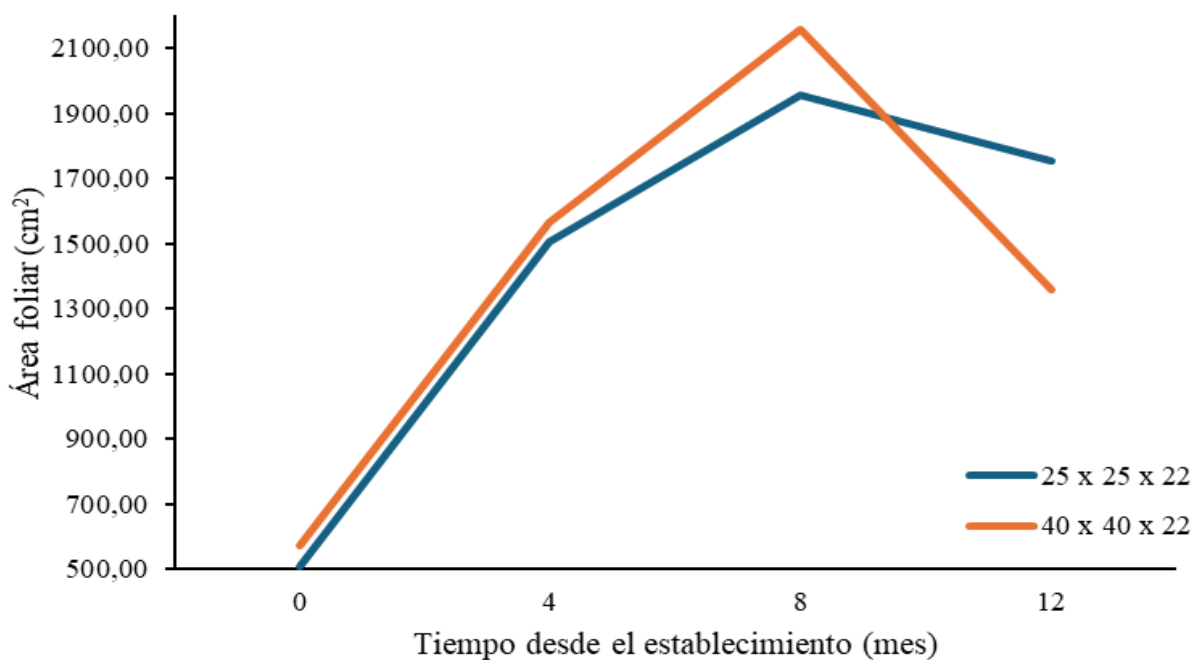


Figura 9. Área foliar (cm²) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

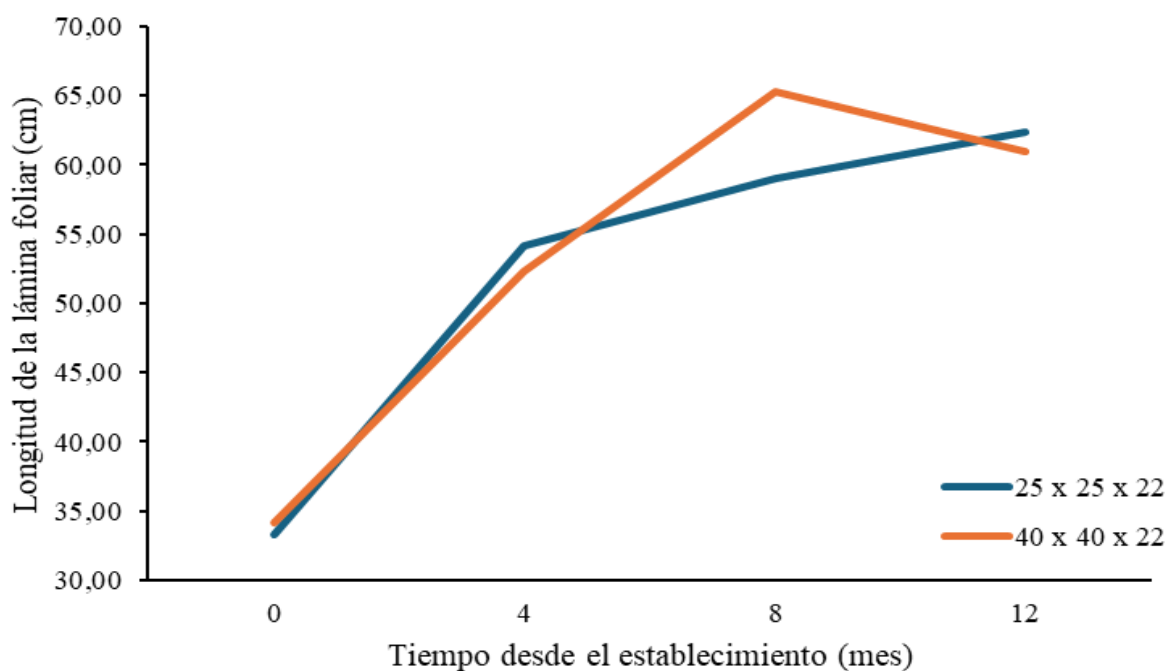


Figura 10. Longitud de lámina foliar (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

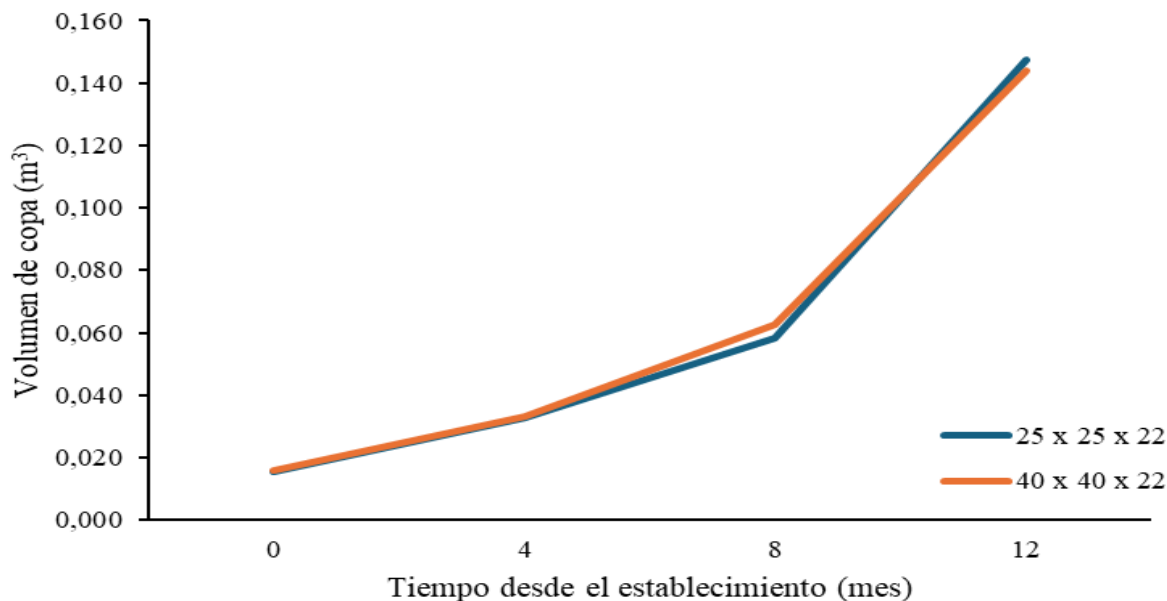


Figura 11. Volumen de copa (m³) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo durante su primer año de establecido en suelo degradado.

4.2. Efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis* en el primer año de establecida en campo definitivo

4.2.1. Supervivencia

El comportamiento de la supervivencia en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonamiento: 150, 225, 300 g (Molimax) y 3 000, 6 000, 9 000 g (Mallki) no afectó estadísticamente en ninguno de sus cuatro evaluaciones. Sin embargo, numéricamente se observa pequeña diferencia, resaltando en el abono Molimax en 300 g, mientras que, menor valor se registró en Mallki a dosis de 6 000 g (Tabla 7 y Figura 12).

Tabla 7. Comportamiento de la supervivencia (%) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Dosis de abono	Meses después del establecimiento			
	0	4	8	12
Molimax 150	100,00 ^a	90,00 ^a	80,00 ^a	70,00 ^a
Molimax 225	100,00 ^a	93,33 ^a	83,33 ^a	83,33 ^a
Molimax 300	100,00 ^a	96,67 ^a	90,00 ^a	90,00 ^a
Mallki 3 000	100,00 ^a	90,00 ^a	76,67 ^a	73,33 ^a
Mallki 6 000	100,00 ^a	86,67 ^a	66,67 ^a	60,00 ^a
Mallki 9 000	100,00 ^a	80,00 ^a	80,00 ^a	76,67 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística.

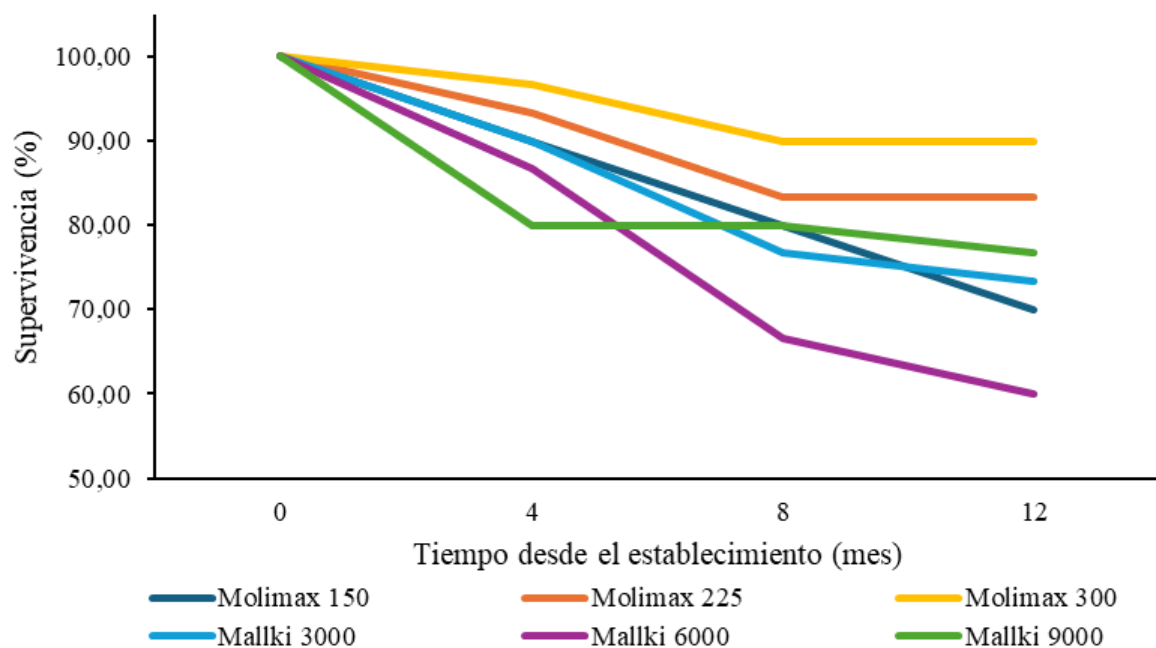


Figura 12. Supervivencia (%) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Tomando en consideración los resultados del presente estudio a un año de su establecimiento con abonamientos de *C. cateniformis* en suelo degradado, aplicando diferentes dosis y tipos de abonos, la supervivencia fueron de 70,00 %, 83,33 % y 90,00 % con 150, 225 y 300 g de Molimax y de 73,33 %, 60,00 % y 76,67 % con 3 000, 6 000 y 9 000 g de Mallki estos valores difieren ligeramente con lo reportado por Chucos (2023), para la misma especie a los seis meses donde tuvo una tasa de supervivencia del 92,3 % al utilizar al abono orgánico guano de islas, 89,0 % con gallinaza, 88,0 % testigo, 81,0 % con guano de vacuno y 77 % con menor supervivencia con humus y lo señalado por Nuñez (2018), quien indica que la supervivencia de plántulas de *C. cateniformis* fue entre 83,3% y 43,3% aplicando diferentes sustratos orgánicos a los cuatro meses de edad. Estas diferencias posiblemente se deben al tiempo de evaluación, tipo de abonos empleados, dosis de abonamiento, a las condiciones del clima y condiciones físicas y químicas del suelo en razón que el presente estudio se realizó en Tingo María distrito de Rupa Rupa, Leoncio Prado, el estudio de Chucos (2023) en distrito Rio Negro, Satipo y Nuñez (2018) en el distrito de Iquitos, Maynas. También otro factor que ha permitido una menor supervivencia, posiblemente se debe a que algunas plantas no tenían mucha sombra aun cuando la *I. edulis* fue establecida un año antes por las condiciones del suelo que no permitieron que la *I. edulis* alcance un mayor crecimiento y crear condiciones de sombra para las plantas de *C. cateniformis*.

4.2.2. Altura total

El comportamiento de la altura total en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos: 150, 225, 300 g (Molimax) y 3 000, 6 000, 9 000 g (Mallki) afectó estadísticamente en la tercera evaluación (8vo mes) no existiendo diferencias significativas para la evaluación final, aun cuando numéricamente hay diferencia en los valores considerando las diferentes dosis (Tabla 8 y Figura 13).

Tabla 8. Comportamiento de la altura total (cm) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Dosis de abono	Meses después del establecimiento				Incremento (cm)
	0	4	8	12	
150	56,67 ^a	73,12 ^a	85,26 ^{ab}	101,17 ^a	44,25 ^a
225	51,76 ^a	70,16 ^a	88,43 ^{ab}	106,48 ^a	55,96 ^a
300	62,55 ^a	86,60 ^a	105,08 ^a	122,48 ^a	59,85 ^a
3 000	60,41 ^a	74,26 ^a	81,98 ^b	96,50 ^a	38,13 ^a
6 000	55,83 ^a	63,98 ^a	70,04 ^b	84,55 ^a	29,45 ^a
9 000	52,13 ^a	67,55 ^a	80,91 ^b	102,10 ^a	49,87 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

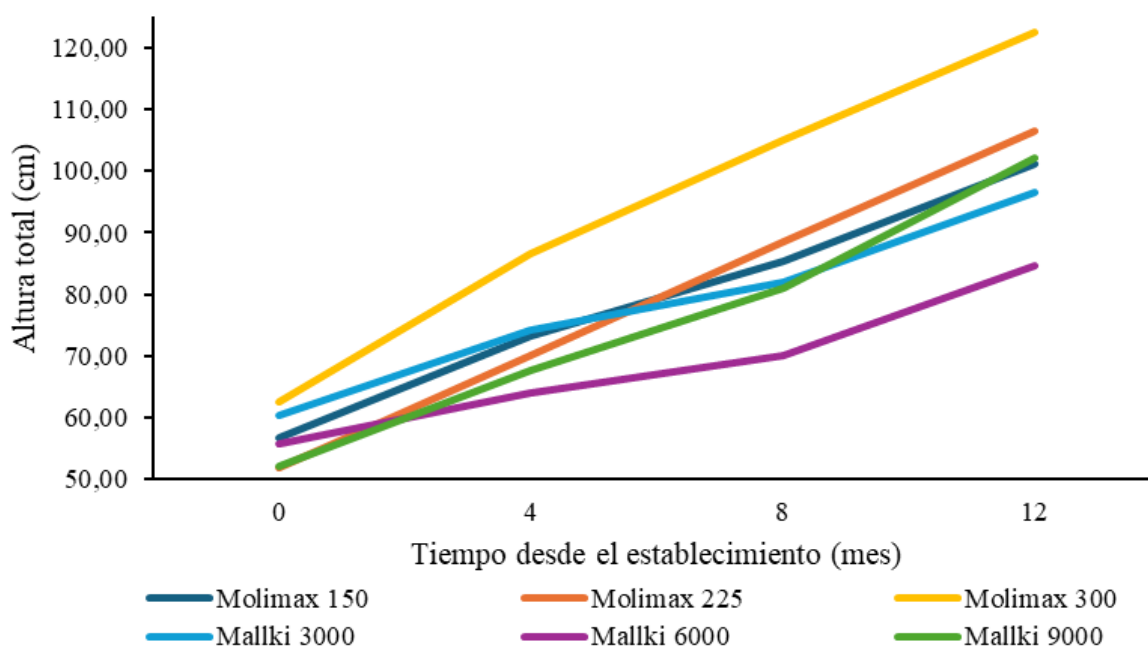


Figura 13. Altura total (cm) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Con respecto a la altura total e incremento de los valores a un año de su establecimiento fueron diferentes en los tratamientos, datos que difieren con lo obtenido por Chucos (2023), a los seis meses y días del abonamiento de plantas de *C. cateniformis*, el efecto en el crecimiento inicial de la variable altura de planta no presentó diferencia significativa con 31 cm a 35 cm considerando cuatro abonos orgánicos con 200 g de dosis única. También con lo reportado por Nuñez (2018), presentó un incremento en la altura total con 4,6 cm en un periodo de 4 meses con 40 % gallinaza + 40 % aserrín descompuesto + 20 % de arena para la *C. cateniformis*. Estas diferencias en los resultados se pueden atribuir a las dosis de abonamiento, tipos de abonos y al tiempo de evaluación.

4.2.3. Diámetro basal del tallo

El comportamiento del diámetro basal del tallo en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos de Molimax NPK y Mallki, afectó estadísticamente en la segunda, tercera, y cuarta evaluación (mes 4, 8 y 12), siendo el Molimax NPK 300 que afectó favorablemente y el Mallki 6000g afectó desfavorablemente en el gráfico durante su primer año de establecido en suelo degradado (Tabla 9 y Figura 14).

Tabla 9. Comportamiento del diámetro basal (cm) del tallo en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Dosis de abono	Meses después del establecimiento				Incremento
	0	4	8	12	
150	0,72 ^a	1,17 ^{ab}	1,45 ^{bc}	1,90 ^{abc}	1,17 ^{abc}
225	0,66 ^a	1,11 ^{bc}	1,65 ^{ab}	1,96 ^{ab}	1,29 ^{ab}
300	0,80 ^a	1,29 ^a	1,80 ^a	2,21 ^a	1,38 ^a
3 000	0,75 ^a	0,93 ^{cd}	1,27 ^c	1,61 ^{bc}	0,87 ^{bc}
6 000	0,69 ^a	0,92 ^d	1,25 ^c	1,43 ^c	0,73 ^c
9 000	0,68 ^a	1,01 ^{bcd}	1,39 ^{bc}	1,81 ^{abc}	1,12 ^{abc}

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

En cuanto al diámetro basal del tallo los resultados adoptaron un comportamiento creciente hasta el año de establecido con diferencias entre los tratamientos, destacándose en este indicador el tratamiento con la aplicación con 300 g de Molimax (NPK), en contraste con aplicación de 3 y 6 kg abono reforzado (Mallqui) los valores fueron inferiores de 1,61 y 1,43 cm respectivamente. En comparación Chucos (2023), en plantas de la misma especie en estudio a los seis meses reportó valores en diámetro basal comprendido entre 0,45 a

0,48 cm con una aplicación de 200 g de cuatro abonos orgánicos valores que para la estadística no hay diferencias significativas. Así mismo, Garcia (2023) obtuvo valores comprendidos entre 0,72 a 0,92 cm para el diámetro basal con la aplicación de 1 y 3 kg/planta de bocashi a los ocho meses de *C. cateniformis* lo que corrobora al referir que no existió diferencia estadística significativa en los tratamientos concordantes con los resultados obtenidos en el presente estudio, probablemente al efecto de los tipos de abono donde fue mayor para el Molimax (NPK) mas no con el Mallqui lo que se reafirma con lo manifestado por Saldaña (2015), quien demostró efecto mínimo de los abonos orgánicos en el crecimiento del diámetro basal.

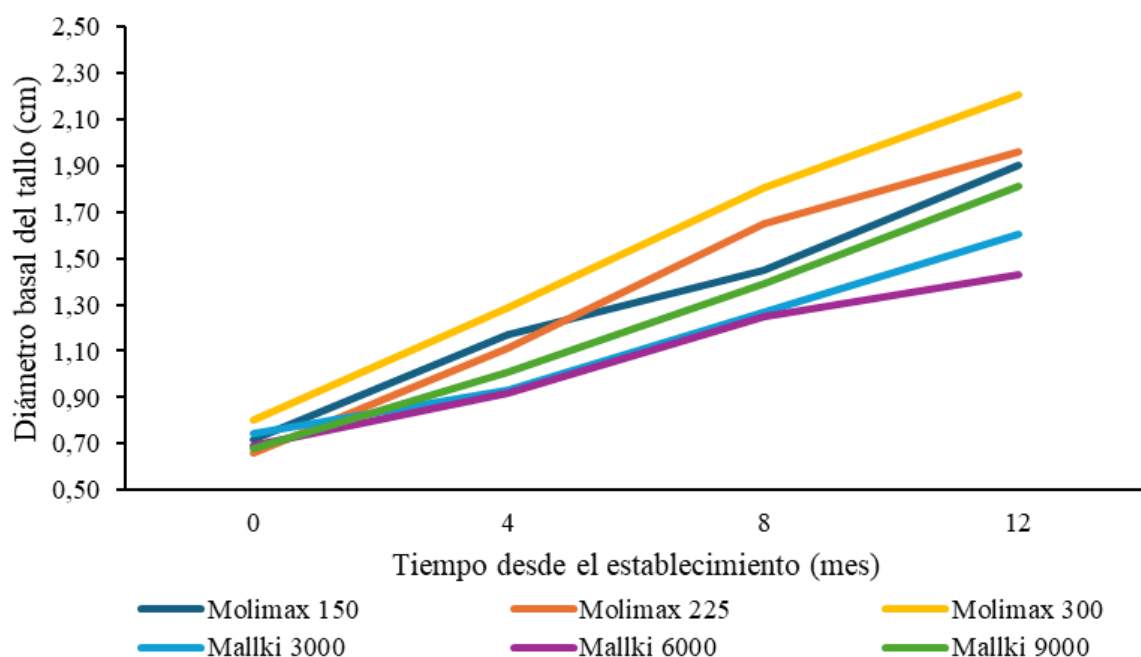


Figura 14. Diámetro basal del tallo (cm) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

4.2.4. Área foliar, largo de la lámina foliar y volumen de copa

El área foliar en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos de Molimax (NPK) y Mallki, se evidenció un efecto estadísticamente para la tercera evaluación (8vo mes) no existiendo diferencias significativas a un año de edad, aun cuando numéricamente hay diferencia en los valores considerando las diferentes dosis de abonamiento (**Tabla 10** y **Figura 15**).

En referencia al largo de la lámina foliar en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos de Molimax (NPK) y Mallki, afectó estadísticamente en la tercera y cuarta evaluación (8vo y 12vo mes) entre los diferentes tratamientos (**Tabla 10** y **Figura 16**).

El volumen de copa de *C. cateniformis* mostró una respuesta estadísticamente significativa a las dosis de abonos Molimax (NPK) y Mallki únicamente en la segunda evaluación, realizada a los cuatro meses después del establecimiento. Sin embargo, en las evaluaciones posteriores, correspondientes al octavo y al duodécimo mes, no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Asimismo, el aumento en el volumen de copa, calculado como la diferencia entre el valor inicial al momento del establecimiento y el registrado al cumplir un año, no presentó variaciones significativas en función de las distintas dosis de abonos aplicados. Estos resultados (**Tabla 10** y **Figura 17**), evidencian un efecto limitado en el tiempo de los tratamientos evaluados.

Tabla 10. Comportamiento del área foliar (cm²), largo de lámina foliar (cm) y volumen de copa (cm³) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Variable	Dosis de abono	Meses después del establecimiento				Incremento
		0	4	8	12	
Área foliar (cm ²)	150	658,08 ^a	1663,70 ^a	1618,60 ^b	1413,31 ^a	765,62 ^a
	225	479,86 ^a	1496,10 ^a	2186,18 ^b	2496,89 ^a	1853,17 ^a
	300	516,50 ^a	1615,97 ^a	3433,53 ^a	1839,56 ^a	1305,81 ^a
	3 000	465,86 ^a	1414,81 ^a	2043,83 ^b	1371,30 ^a	896,35 ^a
	6 000	688,11 ^a	1468,57 ^a	1249,70 ^b	1229,05 ^a	514,80 ^a
	9 000	422,21 ^a	1543,13 ^a	1803,03 ^b	986,94 ^a	547,55 ^a
	Largo de lámina foliar (cm)	150	38,96 ^a	56,83 ^a	58,77 ^{bc}	61,79 ^{ab}
225		33,57 ^a	52,04 ^a	69,36 ^{ab}	73,24 ^a	37,59 ^a
300		31,02 ^a	57,46 ^a	79,36 ^a	71,71 ^a	40,85 ^a
3 000		31,57 ^a	47,85 ^a	60,78 ^{bc}	58,20 ^{ab}	27,43 ^{ab}
6 000		37,27 ^a	52,45 ^a	46,84 ^c	52,57 ^b	16,13 ^b
9 000		30,10 ^a	53,02 ^a	57,77 ^{bc}	52,60 ^b	20,98 ^b
Volumen de copa (m ³)		150	0,019 ^a	0,034 ^{ab}	0,060 ^a	0,110 ^a
	225	0,012 ^a	0,039 ^b	0,108 ^a	0,193 ^a	0,180 ^a
	300	0,019 ^a	0,063 ^a	0,099 ^a	0,263 ^a	0,243 ^a
	3 000	0,014 ^a	0,020 ^b	0,031 ^a	0,101 ^a	0,087 ^a
	6 000	0,017 ^a	0,015 ^b	0,020 ^a	0,064 ^a	0,047 ^a
	9 000	0,013 ^a	0,027 ^b	0,044 ^a	0,144 ^a	0,131 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

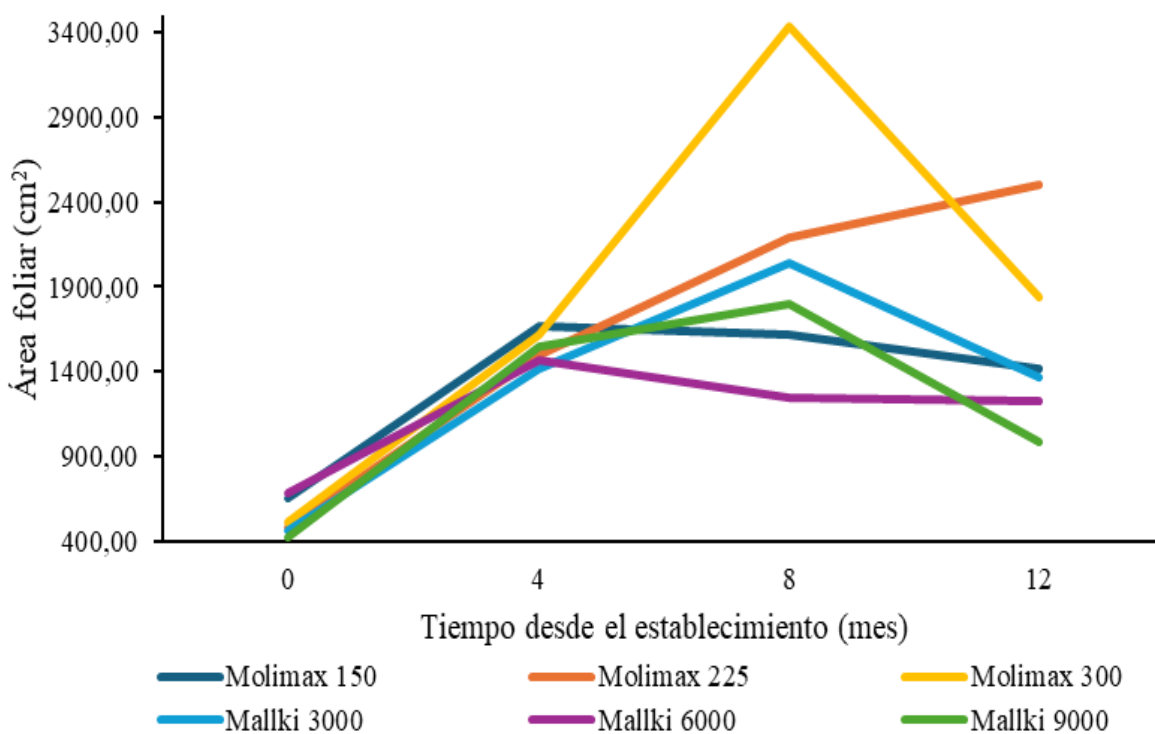


Figura 15. Área foliar (cm²) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

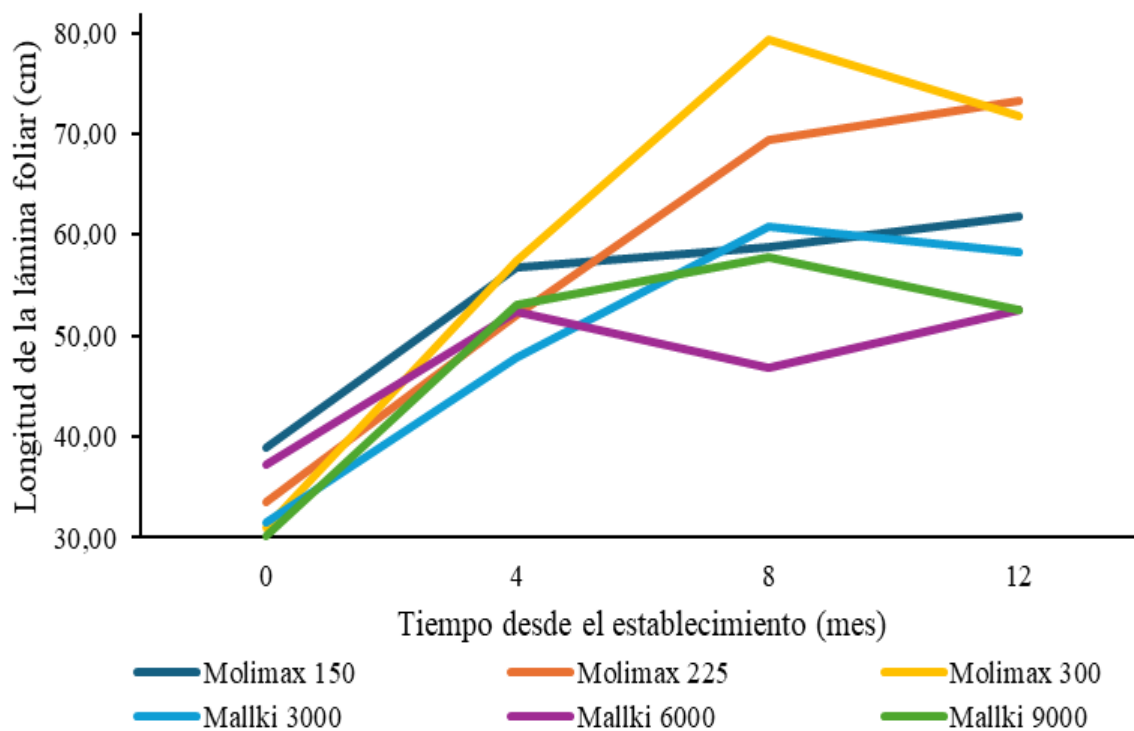


Figura 16. Longitud de lámina foliar (cm) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

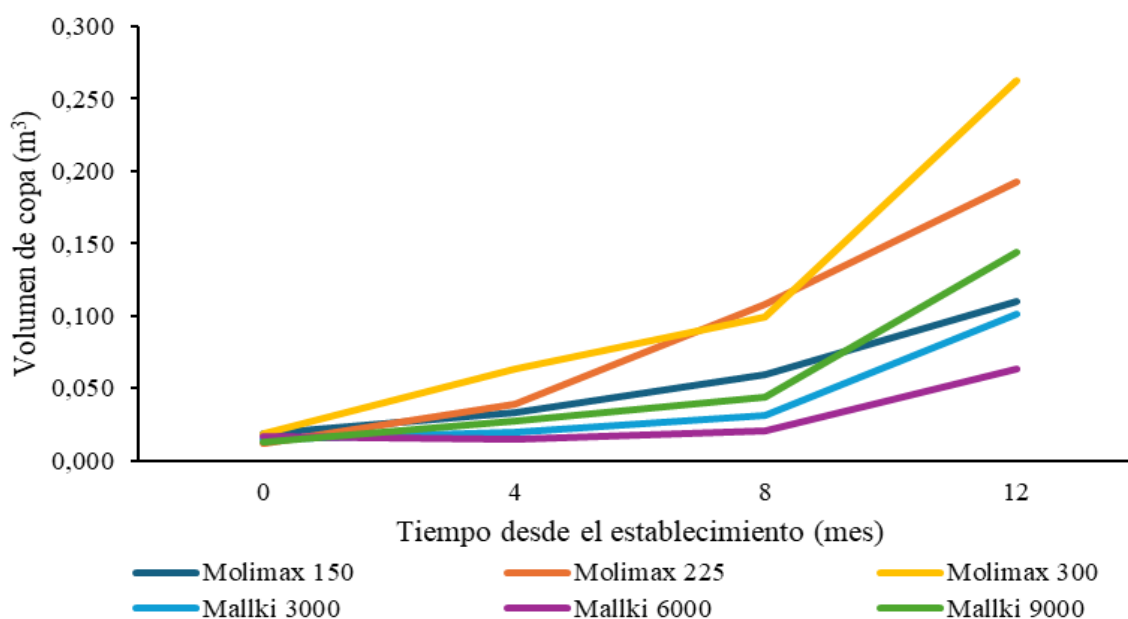


Figura 17. Volumen de copa (m³) en *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abonos durante su primer año de establecido en suelo degradado.

4.3. Contraste de hipótesis

4.3.1. Supervivencia

La supervivencia de la *C. cateniformis* por efecto de las interacciones de los tamaños de hoyo y las dosis de abono afecto diferencias estadísticas al 95% de confianza, en la interacción del testigo con todos los demás tratamientos se pudo notar una diferencia estadística al 99% de confianza en las tres últimas evaluaciones (**Tabla 11 y Figura 18**).

Tabla 11. Análisis de la varianza para la supervivencia (%) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo y dosis de abono durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Fuente de variación	GL	Valor P ₀	Valor P ₄	Valor P ₈	Valor P ₁₂
Bloques	2	----	0,001**	0,002**	0,002**
Tratamientos	12	----	0,028*	0,021	0,004**
Tamaño de hoyo (A)	1	----	0,772 ^{ns}	0,592 ^{ns}	0,186 ^{ns}
Dosis de abono (B)	5	----	0,221 ^{ns}	0,410 ^{ns}	0,170 ^{ns}
Interacción AxB	5	----	0,626 ^{ns}	0,192 ^{ns}	0,047*
Testigo vs resto	1	----	<0,001**	<0,001**	0,001**
Error experimental	24				
Total	38				
CV (%)		0,00	12,70	23,04	25,58

0, 4, 8, 12 son los meses de evaluación en base a la fecha de establecimiento. ns: sin diferencias estadísticas; * Diferencias estadísticas al 95% de confianza; ** Diferencias estadísticas al 99% de confianza.

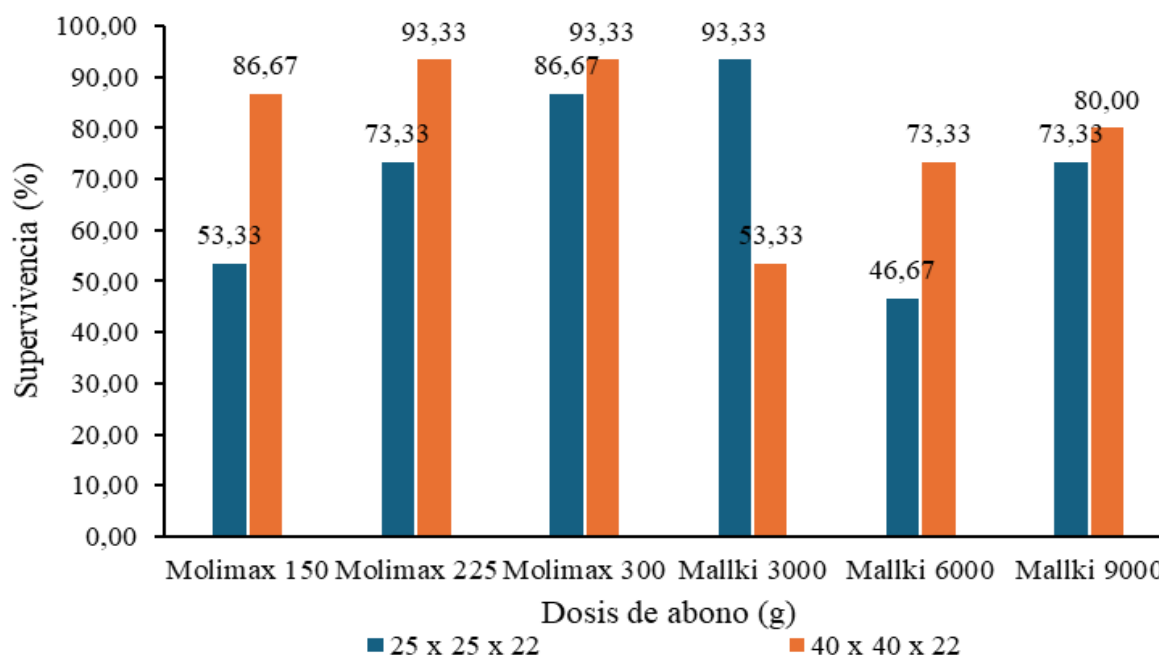


Figura 18. Supervivencia (%) en *C. cateniformis* por efecto de la interacción tamaño de hoyo vs dosis de abono a los 12 meses de establecido en suelo degradado.

El comportamiento de la supervivencia de *C. cateniformis*, al comparar el tratamiento testigo (sin abono) con el resto de los tratamientos fertilizados, mostró diferencias estadísticamente significativas en la segunda, tercera y cuarta evaluación. Los tratamientos con aplicación de abono presentaron una mayor supervivencia en comparación con el testigo, lo que evidencia una respuesta positiva al manejo nutricional durante el primer año de establecimiento en suelos degradados. En la representación gráfica, se observa que las plantas fertilizadas mantuvieron un comportamiento más favorable a lo largo del tiempo, consolidando su ventaja frente al tratamiento sin fertilización. Estos resultados indican que la aplicación de abonos contribuyó significativamente a mejorar la supervivencia de las plantas en condiciones edáficas limitantes (Tabla 12 y Figura 19).

Tabla 12. Comportamiento de la supervivencia (%) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

	Meses después del establecimiento			
	0	4	8	12
Testigo	100,00 ^a	60,00 ^b	33,33 ^b	26,67 ^b
Resto	100,00 ^a	89,44 ^a	79,44 ^a	75,56 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

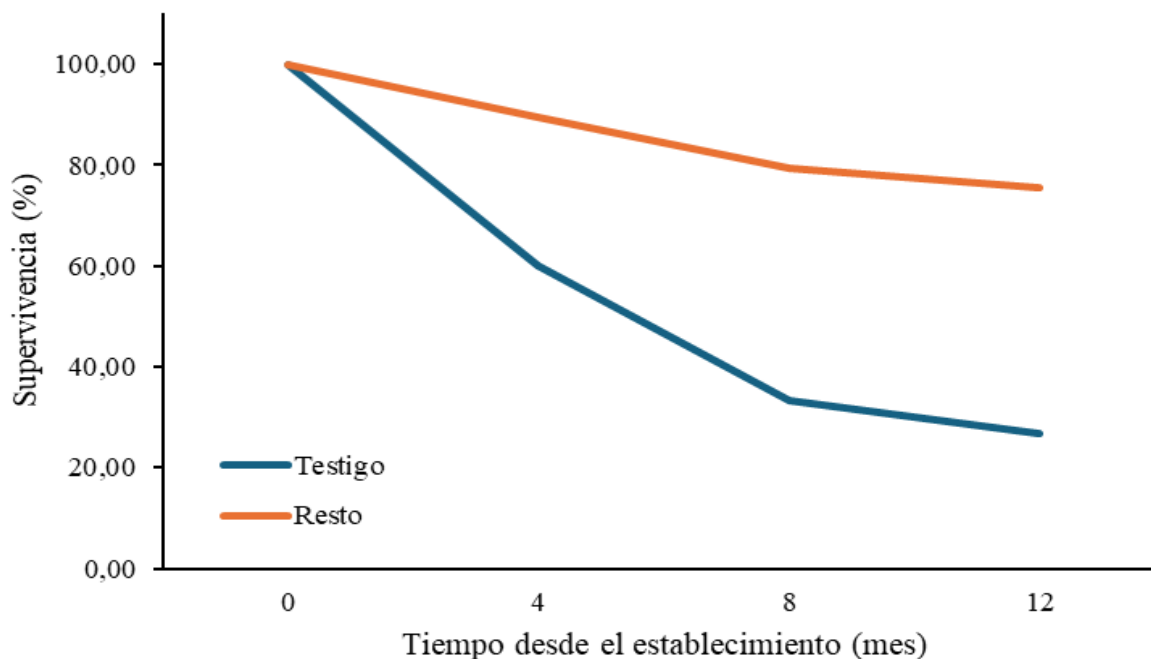


Figura 19. Supervivencia (%) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

La supervivencia muestra en general que resultó ser mayor en los diferentes tratamientos con la aplicación de Molimax (NPK) y Mallqui en comparación al testigo que fue menor en 48,89 % a la edad de un año de las plantas en campo definitivo (**Figura 19**), lo que se evidencia que el abonamiento y el tamaño de los hoyos tuvieron un efecto significativo en la supervivencia en razón que las plantas con abonamientos y mayor tamaños de hoyos tuvieron mejores condiciones en la amplitud de los hoyos y disponibilidad de nutrientes que permitieron probablemente un mejor desarrollo del sistema radicular y las plantas en general, en contraste Chucos (2023), reportó una mayor supervivencia con 88 % sin abonamiento (testigo) en plantas *C. cateniformis* a 6 meses en campo definitivo esta diferencia marcada con respecto al presente estudio posiblemente se debe a las condiciones del suelo desde el punto de vista de la pendiente (35° a 40°), nutricional y las propiedades físicas (textura franco arenoso) y químicas, características que presentó el área del presente estudio donde se instaló la plantación.

4.3.2. Altura total

El comportamiento de la altura total en la *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abono resultó presentar diferencias estadísticas al 95% de confianza en la tercera evaluación y en la comparación del testigo con los demás tratamientos resultó observarse diferencias estadísticas al 95% de confianza en la segunda evaluación; en el caso del otro factor

y las interacciones no se registraron diferencias estadísticas significativas sobre la variable analizada (**Tabla 13 y Figura 20**).

Tabla 13. Análisis de la varianza para la altura total (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo y dosis de abono durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Fuente de variación	GL	Valor P ₀	Valor P ₄	Valor P ₈	Valor P ₁₂	Valor P _I
Bloques	2	0,094 ^{ns}	0,262 ^{ns}	0,398 ^{ns}	0,666 ^{ns}	0,975 ^{ns}
Tratamientos	12	0,517 ^{ns}	0,056 ^{ns}	0,086 ^{ns}	0,242 ^{ns}	0,241 ^{ns}
Tamaño de hoyo (A)	1	0,894 ^{ns}	0,453 ^{ns}	0,322 ^{ns}	0,726 ^{ns}	0,924 ^{ns}
Dosis de abono (B)	5	0,364 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,042*	0,137 ^{ns}	0,088 ^{ns}
Interacción AxB	5	0,407 ^{ns}	0,312 ^{ns}	0,341 ^{ns}	0,368 ^{ns}	0,482 ^{ns}
Testigo vs resto	1	0,470 ^{ns}	0,018*	0,345 ^{ns}	0,456 ^{ns}	0,613 ^{ns}
Error experimental	24					
Total	38					
CV (%)		17,67	17,52	19,40	21,24	39,58

0, 4,8, 12 son los meses de evaluación en base a la fecha de establecimiento. I: Incremento. ns: sin diferencias estadísticas; * Diferencias estadísticas al 95% de confianza.

El comportamiento de la altura total en *C. cateniformis*, al comparar el tratamiento testigo (sin abono) con el resto de los tratamientos fertilizados, mostró diferencias estadísticamente significativas únicamente en la segunda evaluación, realizada a los cuatro meses del establecimiento. En esta etapa, los tratamientos con abono destacaron de manera favorable respecto al testigo. Asimismo, en la representación gráfica de la altura total durante el primer año en suelos degradados, se observa que el crecimiento de las plantas con fertilización fue ligeramente superior. Estos resultados indican que el efecto de los tratamientos abonados fue más evidente en las etapas iniciales del desarrollo (**Tabla 14 y Figura 20**).

Tabla 14. Comportamiento de la altura total (cm) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Comparación	Meses después del establecimiento				Incremento (cm)
	0	4	8	12	
Testigo	52,18 ^a	51,87 ^b	74,58 ^a	91,50 ^a	39,33 ^a
Resto	56,56 ^a	72,61 ^a	85,28 ^a	102,21 ^a	46,25 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

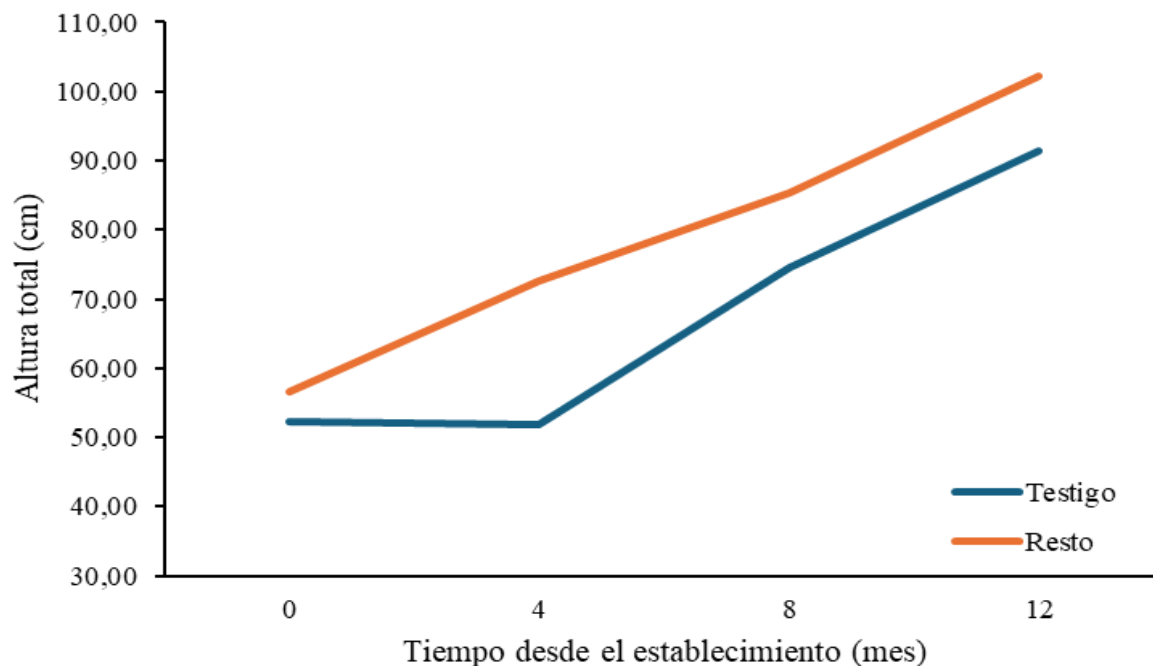


Figura 20. Altura total (cm) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

La altura total de *C. cateniformis* (Figura 20), fue mayor en los tratamientos que recibieron la aplicación de abonos Molimax (NPK) y Mallki, en comparación con el tratamiento testigo (sin abono). Este último presentó una diferencia negativa de 10,71 cm respecto a los tratamientos fertilizados; asimismo, el incremento de altura al cabo de un año en campo definitivo mostró una diferencia de 6,92 cm a favor de los tratamientos abonados. Estos resultados coinciden con los hallazgos de García (2023), quien reportó que el crecimiento en altura de *C. cateniformis* fue superior en los tratamientos con diferentes dosis de bocashi, alcanzando un promedio de 49,59 cm a los ocho meses, en comparación con el testigo que solo alcanzó 37,10 cm. Las diferencias observadas en ambos estudios se atribuyen al efecto de las dosis de abono aplicadas, así como al tamaño de los hoyos utilizados para la plantación, además de factores ambientales y edáficos que afectan el desarrollo de las plantas; estos resultados respaldan la importancia del manejo nutricional y de preparación del terreno en el establecimiento exitoso de especies forestales en suelos degradados.

4.3.3. Diámetro basal del tallo

El comportamiento del diámetro basal del tallo de la *C. cateniformis* por efecto de las dosis de abono resultó diferencia estadística al 95% de confianza en la segunda, tercera y cuarta evaluación y en la comparación del testigo con los demás tratamientos resultó diferencia estadística al 95% de confianza en la segunda evaluación (**Tabla 15 y Figura 21**).

Tabla 15. Análisis de la varianza para el diámetro basal del tallo (cm) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo y dosis de abono durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Fuente de variación	GL	Valor P ₀	Valor P ₄	Valor P ₈	Valor P ₁₂	Valor P ₁
Bloques	2	0,276 ^{ns}	0,048	0,300 ^{ns}	0,972 ^{ns}	0,952 ^{ns}
Tratamientos	12	0,233 ^{ns}	0,001	0,027	0,064 ^{ns}	0,139 ^{ns}
Tamaño de hoyo (A)	1	0,585 ^{ns}	0,240 ^{ns}	0,287 ^{ns}	0,135 ^{ns}	0,205 ^{ns}
Dosis de abono (B)	5	0,222 ^{ns}	0,001**	0,011*	0,023*	0,044*
Interacción AxB	5	0,400 ^{ns}	0,183 ^{ns}	0,463 ^{ns}	0,687 ^{ns}	0,743 ^{ns}
Testigo vs resto	1	0,111 ^{ns}	0,008**	0,105 ^{ns}	0,229 ^{ns}	0,324 ^{ns}
Error experimental	24					
Total	38					
CV (%)		13,83	13,08	18,24	19,85	33,32

0, 4, 8, 12 son los meses de evaluación en base a la fecha de establecimiento. I: Incremento. ns: sin diferencias estadísticas; * Diferencias estadísticas al 95% de confianza; ** Diferencias estadísticas al 99% de confianza.

El comportamiento del diámetro basal de *C. cateniformis* mostró diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento testigo y los tratamientos fertilizados en la segunda evaluación, correspondiente al cuarto mes de establecido en campo definitivo. Los tratamientos que incluyeron la aplicación de abonos, como Molimax (NPK) y Mallki, presentaron un desempeño más favorable en comparación con el testigo, evidenciando una mayor capacidad de desarrollo en diámetro basal en esta etapa inicial. Asimismo, durante el primer año de evaluación (**Tabla 16** y **Figura 21**), el crecimiento en diámetro basal fue consistentemente superior en los tratamientos abonados frente al tratamiento sin fertilización. Aunque las diferencias no siempre fueron significativas en evaluaciones posteriores, la tendencia general indica que la fertilización contribuyó positivamente al vigor de las plantas.

Tabla 16. Comportamiento del diámetro basal del tallo (cm) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Comparación	Meses después del establecimiento				Incremento (cm)
	0	4	8	12	
Testigo	0,61 ^a	0,75 ^b	1,12 ^a	1,44 ^a	0,78 ^a
Resto	0,72 ^a	1,07 ^a	1,47 ^a	1,82 ^a	1,09 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

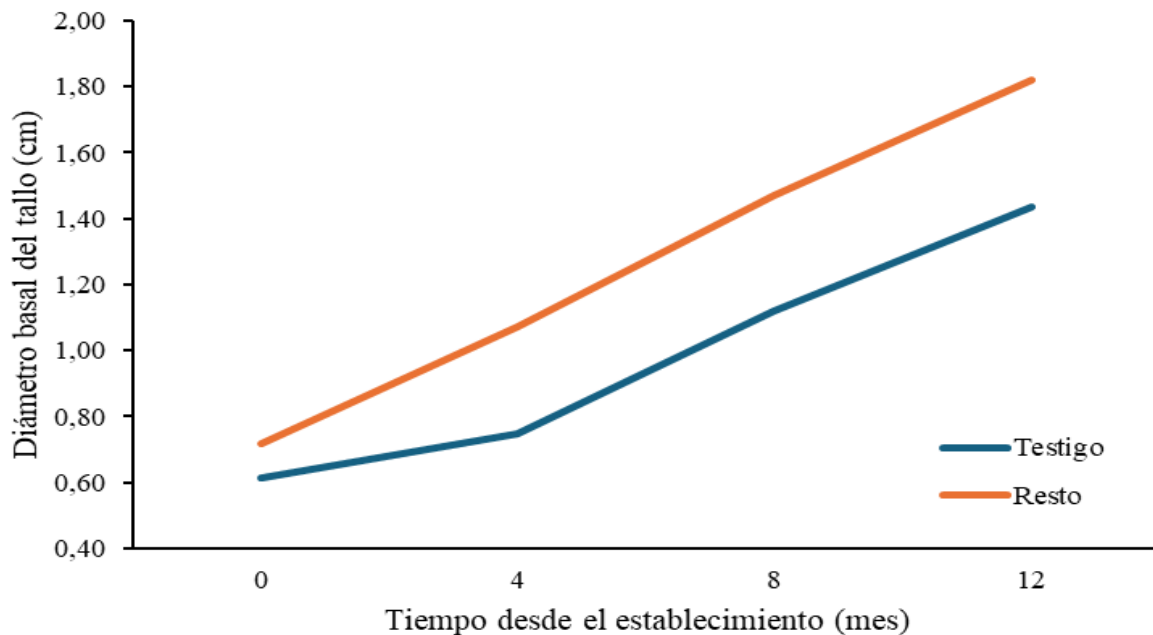


Figura 21. Diámetro basal del tallo (cm) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Respecto al diámetro basal del tallo como se muestra en la (**Figura 21**) se obtuvo numéricamente valores superiores en los tratamientos con la aplicación de Molimax (NPK) y Mallqui siendo la diferencia de 0,38 cm a un año de su establecimiento y la diferencia del incremento fue de 0,31 cm para el mismo periodo de evaluación. En el caso del testigo para el presente estudio alcanzó un diámetro basal del tallo de 1,44 cm, en contraste Chucos (2023), reportó de 0,46 cm para el diámetro basal a los seis meses para el testigo (sin abonamiento) de plantas de *C. cateniformis*. Esta diferencia se atribuye al tiempo de evaluación que fueron diferentes en ambos estudios, también al diámetro basal de los plántones en el momento de su establecimiento que de 0,61 cm para el presente estudio y de 0,32 cm lo reportado por Chucos (2023), así mismo se puede atribuirse al clima y las condiciones edáficas por tratarse de dos lugares distintos que para el estudio fue en la ciudad de Tingo María distrito de Rupa Rupa, Leoncio Prado y el estudio de Chucos (2023), se llevó a cabo en el distrito Rio Negro, Satipo.

4.3.4. Área foliar, longitud de lámina foliar y volumen copa

El comportamiento del área foliar de la *C. cateniformis* por efecto de bloques resultó una diferencia estadística al 99% de confianza, en el efecto tratamiento resultó diferencia estadística de un 95% de confianza en la tercera evaluación de igual manera en la dosis de abono resultó diferencia estadística al 95% de confianza en la tercera evaluación y en la comparación del testigo con los demás tratamientos resultó también una diferencia estadística al 95% de confianza en la tercera evaluación (**Tabla 17** y **Figura 22**).

Tabla 17. Análisis de la varianza para el área foliar (cm²), longitud de lámina foliar (cm) y volumen copa (cm³) en *C. cateniformis* por efecto del tamaño de hoyo y dosis de abono durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Variables	Fuente de variación	GL	Valor P ₀	Valor P ₄	Valor P ₈	Valor P ₁₂	Valor P ₁
Área foliar (cm ²)	Bloques	2	0,463 ^{ns}	0,175 ^{ns}	<0,001**	0,807 ^{ns}	0,708 ^{ns}
	Tratamientos	12	0,368 ^{ns}	0,460 ^{ns}	0,026*	0,251 ^{ns}	0,108 ^{ns}
	Tamaño de hoyo (A)	1	0,436 ^{ns}	0,725 ^{ns}	0,523 ^{ns}	0,294 ^{ns}	0,160 ^{ns}
	Dosis de abono (B)	5	0,328 ^{ns}	0,956 ^{ns}	0,012*	0,247 ^{ns}	0,096 ^{ns}
	Interacción AxB	5	0,351 ^{ns}	0,384 ^{ns}	0,281 ^{ns}	0,244 ^{ns}	0,218 ^{ns}
	Testigo vs resto	1	0,798 ^{ns}	0,018*	0,133 ^{ns}	0,836 ^{ns}	0,761 ^{ns}
	Error experimental	24					
	Total	38					
CV (%)			42,91	32,36	45,08	69,02	85,67
Longitud de lámina foliar (cm)	Bloques	2	0,130 ^{ns}	0,193 ^{ns}	0,002**	0,063 ^{ns}	0,016*
	Tratamientos	12	0,126 ^{ns}	0,161 ^{ns}	0,010*	0,142 ^{ns}	0,121 ^{ns}
	Tamaño de hoyo (A)	1	0,720 ^{ns}	0,580 ^{ns}	0,185 ^{ns}	0,713 ^{ns}	0,886 ^{ns}
	Dosis de abono (B)	5	0,219 ^{ns}	0,588 ^{ns}	0,012*	0,016*	0,013
	Interacción AxB	5	0,105 ^{ns}	0,202 ^{ns}	0,094 ^{ns}	0,926 ^{ns}	0,890 ^{ns}
	Testigo vs resto	1	0,403 ^{ns}	0,015*	0,132 ^{ns}	0,660 ^{ns}	0,925 ^{ns}
	Error experimental	24					
	Total	38					
CV (%)			20,36	18,42	21,88	18,87	45,64
Volumen copa (m ³)	Bloques	2	0,001**	0,002**	0,045*	0,119 ^{ns}	0,134 ^{ns}
	Tratamientos	12	0,152 ^{ns}	0,128 ^{ns}	0,180 ^{ns}	0,370 ^{ns}	0,362 ^{ns}
	Tamaño de hoyo (A)	1	0,733 ^{ns}	0,944 ^{ns}	0,834 ^{ns}	0,939 ^{ns}	0,916 ^{ns}
	Dosis de abono (B)	5	0,203 ^{ns}	0,042*	0,119 ^{ns}	0,143 ^{ns}	0,134 ^{ns}
	Interacción AxB	5	0,239 ^{ns}	0,614 ^{ns}	0,310 ^{ns}	0,634 ^{ns}	0,639 ^{ns}
	Testigo vs resto	1	0,143 ^{ns}	0,304 ^{ns}	0,283 ^{ns}	0,489 ^{ns}	0,518 ^{ns}
	Error experimental	24					
	Total	38					
CV (%)			34,81	73	101,41	87,03	96,15

0, 4, 8, 12 son los meses de evaluación en base a la fecha de establecimiento.

I: Incremento. ns: sin diferencias estadísticas;

* Diferencias estadísticas al 95% de confianza; ** Diferencias estadísticas al 99% de confianza.

El comportamiento de la longitud de la lámina foliar de la *C. cateniformis* por efecto de los bloques resultó una diferencia estadística al 99% de confianza en la tercera evaluación, comparando el promedio en los datos de bloques con una diferencia estadística del 95% de confianza, de las dosis de abono resultó una diferencia estadística al 95% de confianza en la tercera evaluación y en la comparación del testigo con los demás tratamientos resultó una diferencia estadística al 95% de confianza en la segunda evaluación (**Tabla 18** y **Figura 23**).

El comportamiento del volumen de copa en la *C. cateniformis* por efecto de los bloques resultó una diferencia estadística al 99% de confianza en la primera y segunda evaluación, y una diferencia estadística al 95% en la tercera evaluación, seguidamente comparando el efecto de las dosis de abonamiento se obtiene una diferencia estadística al 95% de confianza en la segunda evaluación (**Tabla 18** y **Figura 24**).

Tabla 18. Comportamiento del área foliar (cm²), largo de lámina foliar (cm) y volumen copa (cm³) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Variables	Comparación	Meses después del establecimiento				Incremento
		0	4	8	12	
Área foliar	Testigo	575,67 ^a	840,75 ^b	1 297,05 ^a	1 324,05 ^a	768,03 ^a
	Resto	538,44 ^a	1 533,71 ^a	2 055,81 ^a	1 556,18 ^a	980,55 ^a
Largo de lámina foliar	Testigo	37,65 ^a	37,85 ^b	46,07 ^a	64,47 ^a	26,04 ^a
	Resto	33,75 ^a	53,27 ^a	62,15 ^a	61,69 ^a	27,29 ^a
Volumen copa	Testigo	0,010 ^a	0,016 ^a	0,023 ^a	0,110 ^a	0,098 ^a
	Resto	0,016 ^a	0,033 ^a	0,060 ^a	0,146 ^a	0,130 ^a

Letras diferentes demuestran la existencia de significancia estadística

El comportamiento del área foliar del *C. cateniformis* por efecto del tratamiento testigo y el resto de los tratamientos mostraron significancia estadística en la segunda (cuarto mes) evaluación. Siendo el resto de los tratamientos resaltantes favorablemente, así mismo en el gráfico del área foliar de supervivencia durante su primer año de establecido en suelo degradado (**Tabla 18** y **Figura 22**).

El comportamiento de la longitud de la lámina foliar del *C. cateniformis* por efecto el tratamiento testigo y el resto de los tratamientos mostraron significancia estadística en la segunda evaluación (cuarto mes). Siendo el resto de los tratamientos resaltantes favorablemente así mismo en el gráfico de la longitud de la lámina foliar durante su primer año de establecido en suelo degradado (**Tabla 18** y **Figura 23**).

El comportamiento del volumen de copa en *C. cateniformis* por efecto del tratamiento testigo y el resto de los tratamientos no mostraron significancia estadística en las evaluaciones durante su primer año de establecido en suelo degradado (Tabla 18 y Figura 24).

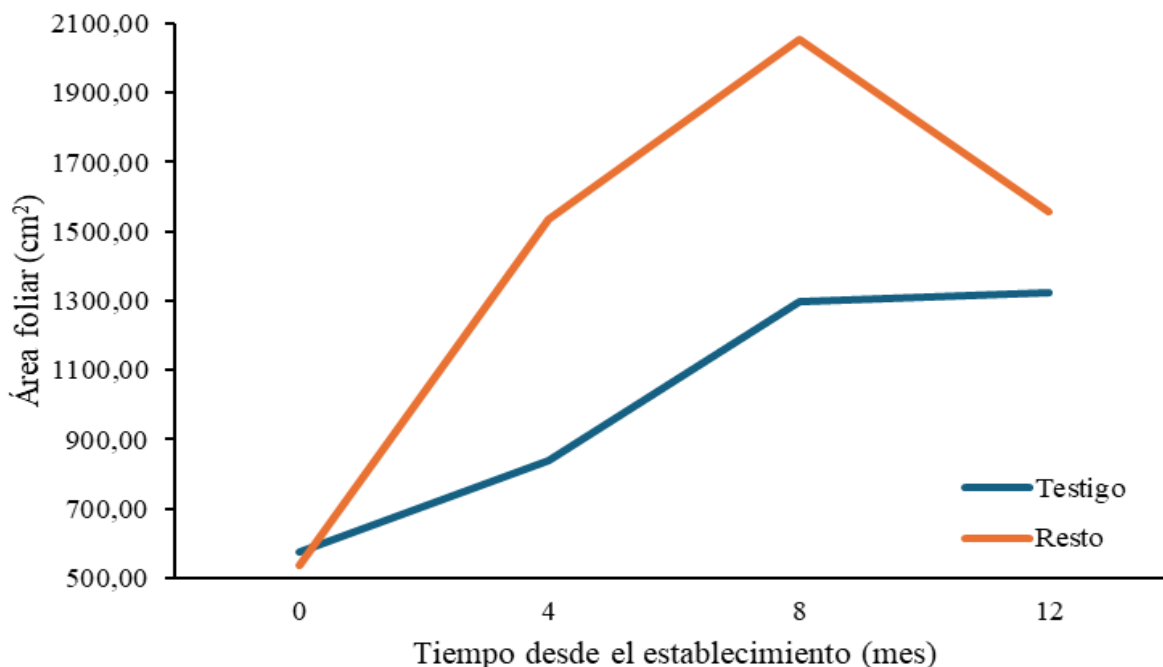


Figura 22. Área foliar (cm²) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

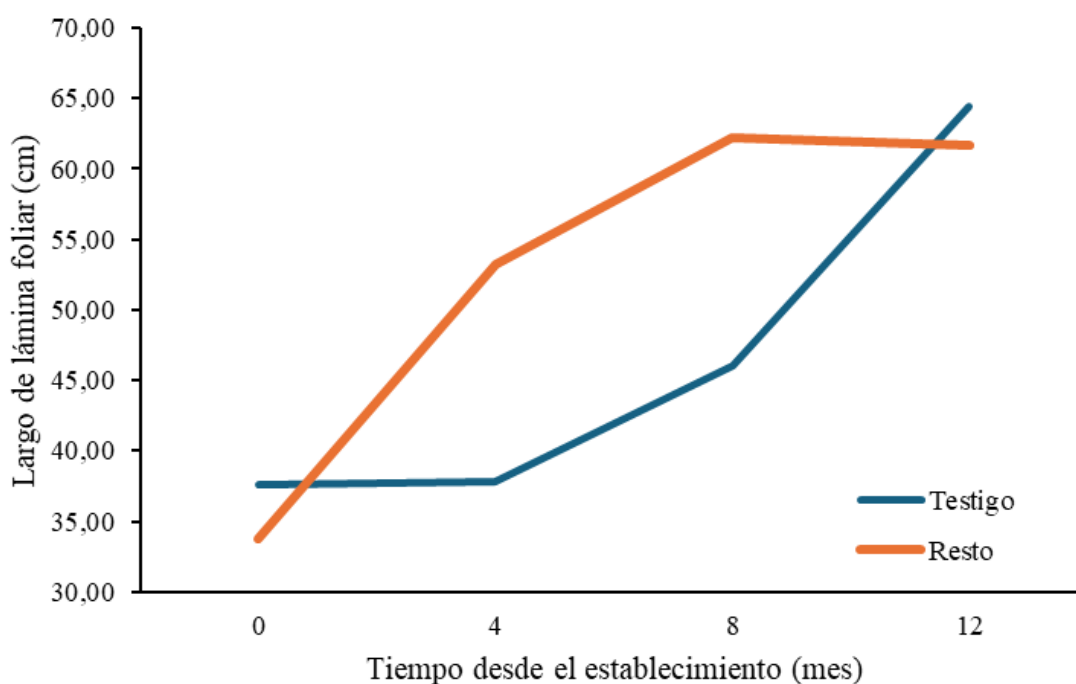


Figura 23. Largo de la lámina foliar (cm) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

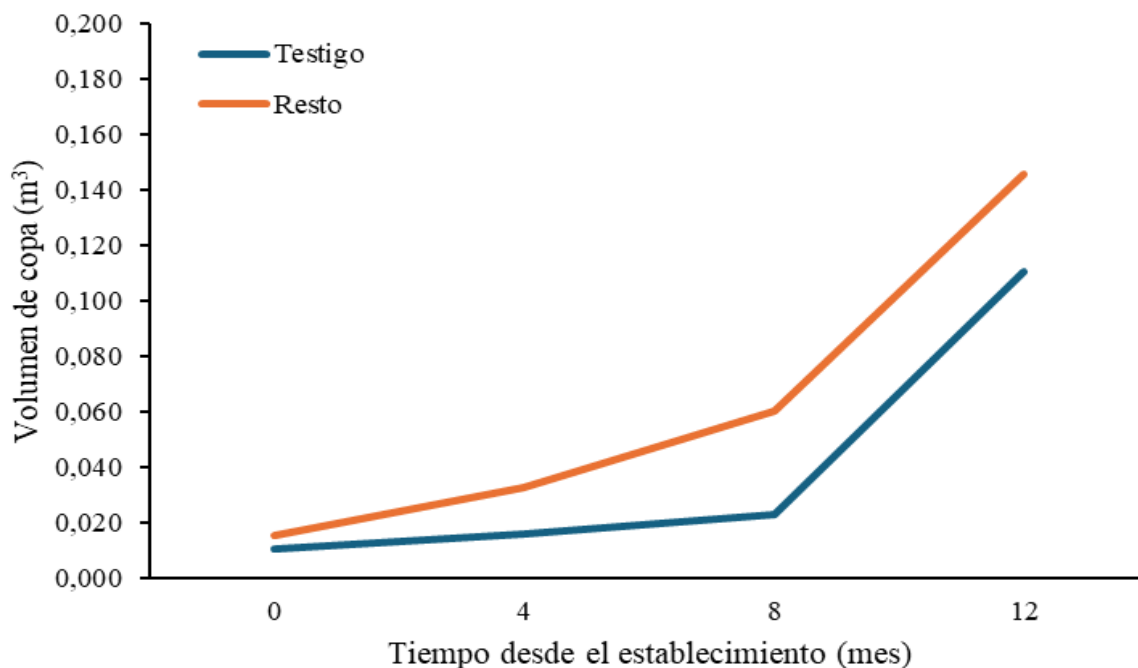


Figura 24. Volumen de copa (m³) en *C. cateniformis* al comparar el testigo vs el resto abonado durante su primer año de establecido en suelo degradado.

Con referencia al área foliar a lo largo del tiempo que se realizó las evaluaciones, los tratamientos con abonamientos fueron superior con relación al testigo al igual que el volumen promedio de la copa con la aplicación de Molimax (NPK) y Mallqui en comparación al testigo, estos resultados fueron de esperar porque a medida que alcanzaron un mayor crecimiento las plantas de *C. cateniformis*. Para el largo de la lámina foliar el comportamiento hasta los ocho meses evaluados los tratamientos con abonos fueron mayores que el testigo y en adelante estas diferencias se acortaron y sobrepasaron al testigo (64,47 cm) a los doce meses de edad para las plantas con abonamientos el mayor crecimiento del testigo registrado entre el octavo y doceavo mes se debe posiblemente a que las plantas del testigo se fueron adaptando a las condiciones propias del suelo en cambio los tratamientos con abonos posiblemente se debe al sistema radicular que no haya aprovechado de manera eficiente los nutrientes de los abonamientos realizados porque el sistema radicular fue expandiéndose en forma lateral y alejándose del área del hoyo. Otro factor que posiblemente haya afectado en el crecimiento de la lámina y la heterogeneidad del terreno es porque se evidenció ser más arenoso y también se puede atribuir a la renovación de las hojas que se producían de manera permanente después de estar defoliándose, lo que hacía que al momento de las evaluaciones las hojas presentaban diferentes tamaños. Con respecto al volumen de la copa fue incrementándose porque existe una relación directa entre el crecimiento de la planta y sus diferentes partes

vegetativas, esta respuesta de un mayor área foliar y volumen de la copa se debe al efecto del abonamiento hecho que es corroborado por Salazar (2024), quien señala con respecto al volumen de la copa que las plantas alcanzan mayor volumen cuando son fertilizadas. La variación en el comportamiento en los indicadores antes referidos también se debe al efecto de la sombra que permitió un mayor crecimiento en general de las plantas en comparación a las plantas que tuvieron una mayor exposición a los rayos solares y muestran un crecimiento menor.

V. CONCLUSIONES

1. El tamaño de hoyo no presentó efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis*, como la supervivencia, altura total, diámetro basal de tallo, área foliar, largo de lámina foliar y volumen de copa, sin embargo, numéricamente si hubo efecto de los hoyos de mayor dimensión (40 x 40 x 22 cm) al primer año de establecimiento en campo definitivo.
2. El abonamiento no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre el crecimiento inicial de las plantas de *C. cateniformis*, como la supervivencia, altura total, diámetro basal de tallo, área foliar, largo de lámina foliar y volumen de copa. Numéricamente si hubo efecto del abono de Molimax (NPK) con una dosis de 300 g en el primer año de establecida en campo definitivo.
3. No hubo efecto estadísticamente significativo del tamaño de hoyo y el abonamiento sobre el crecimiento inicial de *C. cateniformis* establecida en campo definitivo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, por lo que se rechaza la hipótesis.

1

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Realizar estudios en plantaciones de *C. cateniformis* probando diferentes dosis de abonamientos mezclados con abonos orgánicos y sintéticos.
2. Ejecutar investigaciones en plantaciones de otras especies maderables con diferentes dimensiones de hoyo para evaluar el comportamiento vegetativo.
3. Efectuar investigaciones de *C. cateniformis* con sombra de *I. edulis* de dos años como mínimo de establecimiento para permitir un microclima adecuado y logre un crecimiento satisfactorio en el primer año de plantación.