

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**TESIS**

**COMPORTAMIENTO DE ESPECIES FORESTALES EN GRUPOS  
FUNCIONALES CON FINES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN UN  
CAFETAL ABANDONADO, CASERÍO SAN JUAN, REGIÓN SAN MARTÍN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**JIMAYEL JOHNNY TRINIDAD SUMARAN**

**2020**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María – Perú



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003-2020-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 03 de Marzo de 2020, a horas 9:00 a.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

### **“COMPORTAMIENTO DE ESPECIES FORESTALES EN GRUPOS FUNCIONALES CON FINES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN UN CAFETAL ABANDONADO, CASERIO SAN JUAN, REGIÓN SAN MARTÍN”**

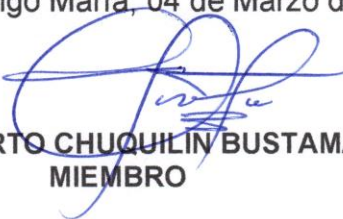
Presentado por el Bachiller, **JIMAYEL JOHNNY TRINIDAD SUMARAN**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 04 de Marzo de 2020

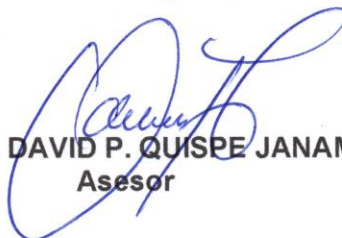
  
Ing. RAÚL ARAUJO TORRES  
PRESIDENTE



  
Dr. EDILBERTO CHUQUILÍN BUSTAMANTE  
MIEMBRO

  
Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO  
MIEMBRO

  
Ing. M.Sc. WILFREDO TELLO ZEVALLOS  
ASESOR

  
Ing. MSc. DAVID P. QUISPE JANAMPA  
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**COMPORTAMIENTO DE ESPECIES FORESTALES EN GRUPOS  
FUNCIONALES CON FINES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN UN  
CAFETAL ABANDONADO, CASERÍO SAN JUAN, REGIÓN SAN MARTÍN**

<b>Autor</b>	: Jimayel Johnny Trinidad Sumaran
<b>Asesores de tesis</b>	: M. Sc. Wilfredo Tello Zevallos M. Sc. David P. Quispe Janampa
<b>Escuela profesional</b>	: Escuela Profesional de Ingeniería Forestal
<b>Programa de investigación</b>	: Gestión de bosques y plantaciones forestales
<b>Línea</b>	: Recuperación de Ecosistemas Forestales
<b>Eje temático</b>	: Evaluación de Especies Forestales Potenciales para Restauración
<b>Lugar de ejecución</b>	: Caserío San Juan - Región San Martín
<b>Duración del trabajo</b>	: Fecha de inicio : 27 de abril 2018 Fecha de término : 27 de octubre 2018
<b>Financiamiento</b>	: 3.616,8 soles
<b>Otros</b>	: CIMA Cordillera Azul

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por su misericordia y amor infinito por hacer de mí un profesional.

A mis padres Benigna Sumaran Baylon que me guía desde el cielo y Guadalupe Trinidad Aquino; por su inmenso amor, dedicación y entrega brindado durante todo este tiempo para ser cada día mejor.

A mis hermanos Bertha. Rosio. Erika L. Nery L. Elmer. Freddy. Michael L. Trinidad; porque sin ellos no Podría haber cumplido este logro y sueño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Blo. Jorge Watanave Sato gerente del proyecto “Estrategias escalables de Restauración Ecológica del Paisaje”, por permitirme formar parte del equipo de investigadores del proyecto a través del convenio institucional entre CIMA Cordillera Azul y la UNAS acorde a la Resolución N° 564-2017-CU-R-UNAS.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, por haberme brindando sus conocimientos en las diferentes materias de la especialidad.

Al equipo técnico de campo de CIMA Cordillera Azul y los asistentes de la ECA quienes participaron en la instalación de las especies forestales y en especial al técnico de campo sub sector Tres Unidos Ing. Roman Montilla Flores por su apoyo.

A la población del Caserío San Juan por su amabilidad y hospitalidad, en especial a don Julio Toro Rojas y familia.

A mis amigos y compañeros de la vida universitaria. Por su apoyo incondicional y acompañamiento durante este proceso de formación profesional y personal.

Para todos ellos. Muchas gracias y que Dios los bendiga

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Capacidad adaptativa.....	13
2.2.1. La temperatura: adaptaciones .....	14
2.2.2. La humedad: adaptaciones .....	15
2.2.3. La luz: adaptaciones.....	16
2.3. Restauración ecológica .....	18
2.4. Especies forestales .....	18
2.4.1. Shiringa .....	19
2.4.2. Mashonaste .....	19
2.4.3. Bolaina negra .....	20
2.4.4. Lagarto caspi .....	21
2.4.5. Shaina .....	22
2.5. Grupos funcionales .....	22
2.6. Restauración de áreas intervenidas .....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	27

3.1. Lugar de ejecución .....	27
3.2. Ubicación política .....	27
3.3. Ubicación geográfica.....	27
3.3.1. Características climáticas y zona de vida.....	28
3.3.2. Historia de disturbio.....	28
3.3.3. Ecosistema de referencia .....	29
3.4. Metodología .....	30
3.4.1. Planificación y diseño de trabajo .....	30
3.4.2. Intervención del tesista.....	32
3.4.3. Parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	34
3.4.4. Incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	38
3.4.5. Evaluación la mortalidad de plantas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	39
3.5. Características de la investigación.....	40

3.5.1.	Población de estudio .....	40
3.5.2.	Unidad de estudio.....	42
3.5.3.	VARIABLES EN ESTUDIO .....	43
IV.	RESULTADOS .....	44
4.1.	Parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	44
4.1.1.	Altura .....	44
4.1.2.	Diámetro de copa .....	48
4.1.3.	Diámetro del tallo.....	52
4.1.4.	Porcentaje de copa.....	56
4.1.5.	Grado de cobertura de copa.....	60
4.1.6.	Índice de copa .....	64
4.1.7.	Forma de copa .....	68
4.1.8.	Índice de espacio vital .....	72
4.1.9.	Manto de copa.....	76
4.1.10.	Esbeltez.....	80
4.2.	Incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica áreas intervenidas.....	84
4.3.	Mortalidad de plantas de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	85



V.	DISCUSIÓN.....	87
5.1.	Parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	87
5.2.	Incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica áreas intervenidas.....	91
5.3.	Mortalidad de plantas de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas .....	92
VI.	CONCLUSIONES.....	94
VII.	RECOMENDACIONES.....	95
VIII.	ABSTRACT.....	96
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
	ANEXO .....	110

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Especies forestales considerados en el estudio.....	41
2. ANVA para la altura total de las especies establecidas con fines de restauración. ....	45
3. Comparación de medias para la altura total (cm) de las especies establecidas con fines de restauración. ....	46
4. ANVA para la altura total en las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	47
5. ANVA para el diámetro de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	48
6. Comparación de medias para el diámetro de copa (cm) de las especies establecidas con fines de restauración. ....	50
7. ANVA para el diámetro de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	51
8. ANVA para el diámetro del tallo de las especies establecidas con fines de restauración. ....	52
9. Comparación de medias para el diámetro del tallo (cm) de las especies establecidas con fines de restauración. ....	54
10. ANVA para el diámetro del tallo de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	55
11. ANVA para el porcentaje de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	56

12.	Comparación de medias para el porcentaje de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	58
13.	ANVA para el porcentaje de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	59
14.	ANVA para el grado de cobertura de copa de las especies establecidas con fines de restauración.....	60
15.	Comparación de medias para el grado de cobertura de copa de especies establecidas con fines de restauración. ....	62
16.	ANVA para el grado de cobertura de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	63
17.	ANVA para el índice de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	64
18.	Comparación de medias para el índice de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	66
19.	ANVA para el índice de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	67
20.	ANVA para la forma de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	68
21.	Comparación de medias para la forma de copa de las especies establecidas con fines de restauración.....	70
22.	ANVA para la forma de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	71
23.	ANVA para el índice de espacio vital de las especies establecidas con fines de restauración.....	72

24. Comparación de medias para el índice de espacio vital de las especies establecidas con fines de restauración. ....	74
25. ANVA para el índice de espacio vital de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	75
26. ANVA para el manto de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	76
27. Comparación de medias para el manto de copa de las especies establecidas con fines de restauración. ....	78
28. ANVA para el manto de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	79
29. ANVA para la esbeltez de las especies establecidas con fines de restauración.....	80
30. Comparación de medias para la esbeltez de las especies establecidas con fines de restauración.....	82
31. ANVA para la esbeltez de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración. ....	83
32. Daño ocasionado e insectos en las plantas establecidas con fines de restauración. ....	84
33. Mortalidad de plantas utilizadas con fines de restauración. ....	85
34. Grupos funcionales y especies establecidas.....	111
35. Altura total (cm), altura del fuste (cm) y diámetro del tallo (cm) de las especies establecidas con fines de restauración. ....	114
36. Diámetro de copa (cm) de las especies establecidas con fines de restauración.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema del proceso en la medición del diámetro de copa. ....	35
2. Esquema para el cálculo de los parámetros morfométricos. ....	38
3. Esquema de dispersión de los grupos funcionales establecidos en los claros de un excafetal. ....	42
4. Esquema de la unidad de estudio adaptado del método de grupos espaciados (Anderson 1953) en un claro de un excafetal. ....	43
5. Codificación de las especies. ....	141
6. Medición del diámetro de tallo en el caimito. ....	141
7. Medición de la altura total en caimito. ....	142
8. Medición de la altura total en shiringa. ....	142
9. Bolaina negra con hojas dañadas por el ataque de insectos. ....	143
10. Larva de lepidóptero que ocasionó daño a las hojas de algunas especies. ....	143
11. Mapa de ubicación. ....	144
12. Mapa fisiográfico. ....	145
13. Mapa de dispersión. ....	146
14. Resultados del análisis de suelos. ....	147

## RESUMEN

En un predio ubicado en el caserío San Juan de la región San Martín se realizó el estudio cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento de especies forestales en grupos funcionales con fines de restauración ecológica establecidas en un cafetal abandonado; las especies plantadas fueron: *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham., *Symphonia globulifera* L. f., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Pouteria guianensis* Aubl., *Trattinnickia aspera* (Standl.) Swart, *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav., *Aniba puchury-minor* (Mart.) Mez, *Ocotea marmellensis* Mez y *Nectandra amplifolia* Rusby, distribuidos bajo la técnica de grupos espaciado Anderson, a los cuales se les ha medido las características morfométricas a los seis y 12 meses posteriores a su establecimiento, siendo sometidos al análisis de la varianza y la comparación de medias de Duncan. Las especies *Hevea guianensis*, *C. racemosa*, *C. brasiliense* y *N. amplifolia* presentaron mayores características morfométricas (altura total, ancho de copa, diámetro del tallo, grado de cobertura de copa, forma de copa, manto de copa y esbeltez) pero con ausencia de diferencias estadísticas entre los grupos establecidos; además hubo mayor mortalidad en *C. alliodora*. Se concluye que *H. guianensis*, *C. racemosa*, *C. brasiliense* y *N. amplifolia* presentan potencial para ser utilizadas en restauración.

**Palabras claves:** restauración, competencia, morfometría, plagas, mortalidad.

## I. INTRODUCCIÓN

El comportamiento de las plantas durante millones de años son verdaderamente increíbles. La variedad de estrategias para sobrevivir con poca agua durante los meses de estación seca (junio – agosto) es sorprendente. El bosque tropical seco en épocas de poca lluvia que parece ser sólo un conglomerado de ramas secas, es un sistema de interacciones sumamente preciso y muy bien adaptado a las condiciones climáticas. Desde las estrategias de las semillas, hasta la estructura misma de las plantas, todo parece estar perfectamente ajustado al entorno ambiental.

Actualmente hay grandes extensiones de bosques intervenidas por la agricultura migratoria en la selva peruana, esto ha evidenciado que en la región San Martín las extensas áreas verdes se están fragmentando cada día por la deforestación por una agricultura insostenible, al pasar los años la producción de cultivos agrícolas están mermando hasta llegar a un punto de abandonar estos cultivos, en el afán de recuperar estas áreas abandonadas muchos proyectos plantean la reforestación de especies forestales en aquellas áreas .Uno de las grandes problemas a afrontar en plantaciones de especies forestales en campo definitivo, es el comportamiento de las especies en áreas intervenidas (cafétales abandonado); sin embargo, son pocos los trabajos de investigación sobre comportamiento de especies forestales en suelos intervenidos con fines de restauración de ecosistemas forestales.

Las áreas donde se tienen cultivos permanentes son abundantes en la región San Martín, algunos de ellos se necesitan restablecer con la finalidad de que se incrementen sus servicios ambientales, pero hay limitantes de estudios sobre qué especies se puede establecer con la finalidad de rehabilitar en el menor tiempo el sistema de uso, motivo por el cual se generan interrogantes como ¿cuál será el comportamiento de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales en un cafetal abandonado del caserío San Juan en la región San Martín?

Se logró demostrar la hipótesis referida a que “el comportamiento de especies forestales en grupos funcionales con fines de restauración ecológica en un cafetal abandonado de diez años del caserío San Juan de la región San Martín son diferentes debido a sus características propias”. Con la finalidad de alcanzar lo considerado en el estudio, se plantearon como objetivos los siguientes:

### **Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento de especies forestales en grupos funcionales con fines de restauración ecológica en un cafetal abandonado del caserío San Juan de la región San Martín.

### **Objetivos específicos**

- Comparar los parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas.



- Determinar la incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica áreas intervenidas.
- Determinar la mortalidad de plantas de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

En la Reserva Nacional Lanín se realizaban aclareos sucesivos como parte del manejo silvicultural del bosque de *Nothofagus dombeyi*, *N. alpina* y *N. obliqua* desconociendo su efecto sobre la composición y estructura de la regeneración natural, es por ello que, Sola *et al.* (2015) evaluaron la cobertura del dosel, composición y área basal de los individuos adultos, y la composición, edad y distribución espacial de los renovales. La densidad de adultos antes de la corta fue 26% para *N. dombeyi*, 38% para *N. alpina* y 35% para *N. obliqua*, y la remanente fue 20%, 44% y 36%, respectivamente. Previamente al aprovechamiento, el 92% de la regeneración estaba constituida por *N. alpina*, y luego principalmente por *N. obliqua* (45%) y *N. dombeyi* (42 %). Estos valores no se correlacionaron con el área basal de adultos. La edad de los renovales fue mayor en sitios con alta cobertura de dosel y *N. alpina* fue la especie que se instaló última. El aprovechamiento del bosque de *Nothofagus* no promovió el mantenimiento de la composición relativa original de la regeneración. El tiempo de colonización de las especies de *Nothofagus* disminuiría y una mayor cantidad de renovales de *N. alpina*, especie más tolerante a la sombra, se establecería si la cobertura remanente fuera superior a la recomendada en los planes de manejo.

Granados *et al.* (1998) describen que las adaptaciones y estrategias de las plantas de zonas áridas, indicando que en las zonas áridas los organismos se enfrentan a condiciones ambientales extremos como es la sequía, que les obligan a desarrollar adaptaciones morfofisiológicas, por ejemplo, su eficiente sistema radicular, la succulencia, la estructura epidérmica, vías fotosintéticas alternativas (C4 y CAM), una gran diversidad de metabolitos secundarios que les permiten enfrentar los factores ambientales bióticos y abióticos; además de estrategias de supervivencia para escapar, evadir y tolerar los factores adversos a que están expuestas.

Castellanos-Castro y Bonilla (2011) realizaron un estudio con el objetivo de identificar grupos funcionales de plantas en bordes de avance de un bosque alto andino y la evaluación de su importancia en el curso de la sucesión secundaria en pastizales abandonados. Con base en levantamientos de vegetación de 10 x 10 m para el estrato arbóreo-arbustivo y de 1 x 1 m para el estrato herbáceo, y la revisión de atributos vitales de las especies registradas, se realizó una clasificación multivariante de las especies en grupos emergentes de plantas. Los atributos más importantes para la clasificación de los grupos emergentes fueron el método de dispersión y la ramificación basal de tallo; adicionalmente se presentaron diferencias entre los grupos del estrato arbustivo-arbóreo en la presencia de propagación vegetativa, el área foliar específica y el cociente altura/diámetro a la altura del pecho. Se definieron cuatro grupos para las especies de estrato herbáceo y cinco para las del estrato arbustivo-arbóreo, los cuales reúnen especies con estrategias de colonización similares. Dentro de los grupos definidos, las especies herbáceas

dispersadas por diversos medios abióticos, las especies arbustivas con ramificación basal dispersadas por viento y las especies dispersadas por aves representan estrategias claves en la colonización del área de potrero adyacente dominada por *Holcus lanatus* y en la facilitación del establecimiento de especies del bosque secundario.

Soto (2000) caracterizó la estructura y la diversidad de plantas leñosas en cafetales con sombra en Chiapas y encuentra 79 especies de sombra, la mayoría maderables; 90% de estas especies son nativas y representan el 40% de la flora de las selvas tropicales y de los bosques mesófilos de la región; de tal manera, considera que los cafetales son agroecosistemas complejos en estructura y diversidad, con altas coberturas y densidad de plantas leñosas. También analiza el efecto de la sombra en la producción de café y anota que con una cobertura de 45% se obtienen los mejores rendimientos, con bajos niveles de incidencia de roya, broca y malezas.

Bandeira (2002) encontró aumento de la cobertura vegetal, probablemente por el establecimiento de plantaciones agroforestales de café; estudió la estructura de las plantaciones rústicas de café y los factores que intervienen para la construcción de una plantación en la comunidad de Rancho Grande, Oaxaca y encontró 35 especies de árboles que se usan como sombra del café; de éstos, 22 son especies de bosques secundarios o primarios y considera que la diversidad  $\beta$  (recambio de especies entre parcelas) es la más importante en la conservación de especies leñosas en los cafetales.

Bandeira *et al.* (2005) estudiaron los patrones de variación de la flora en las plantaciones rústicas de café en una comunidad indígena de Oaxaca, uniendo muestreos en cafetales y entrevistas a los dueños de las parcelas; sus resultados indican que las plantaciones examinadas son altamente heterogéneas y que la variación es dada por una combinación de variables como el manejo agrícola, la cobertura original y las diferencias en el estado de desarrollo de los cafetales. Concluyen que la totalidad de las parcelas de café, con su alta heterogeneidad florística (valor alto de diversidad  $\beta$ ), es lo que hace valioso este sistema agroforestal en la conservación de la diversidad.

En la Sierra Norte de Puebla (SNP), los cafetales son plantaciones o sistemas agroforestales muy variados en su composición y estructura que incorporan diversos árboles para sombra; Basurto (1982) analizó el impacto de la cafeticulturización en 2 comunidades nahuas y la transformación de los huertos familiares en cafetales; registra 500 especies de flora útil, 300 de las cuales se encuentran en huertos familiares y cafetales. Cruz (1995) describió los sistemas cafetaleros recién establecidos en Jilotzingo, municipio de Zacatlán y menciona el empleo de especies como *Alnus firmifolia* Fernald, *Inga jinicuil* Schltld., plátano (*Musa acuminata* Colla x *M. balbisiana* Colla) y guayaba (*Psidium guajava* L.) para sombra de esos cafetales. En Xochitlán, Cruz (2004) encuentra 67 especies para sombra en 20 plantíos muestreados, 55 de las cuales tienen además otros usos (combustible, alimento, medicina, madera); estas especies pueden ser toleradas, promovidas o cultivadas; destacan por su valor de importancia el chalahuite blanco (*Inga latibracteata* Harms), el hilito

(*Alnus acuminata* ssp. *arguta* (Schltdl.) Furlow) y el jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.).

La composición florística de los cafetales se afecta con el tipo de clima, la altitud y las preferencias y conocimientos de los cafeticultores. Martínez *et al.* (2004) analizan la cadena productiva de la pimienta en el municipio de Tuzamapan, donde crece dentro de los cafetales, y encuentran que la densidad de la especie se ha duplicado en los últimos 20 años, debido al incremento en la demanda internacional del producto y al desarrollo de las vías de comercialización. La pimienta presenta un manejo sustentable y es un recurso con gran potencial, siendo un ejemplo de la versatilidad de los cafetales para proporcionar a los productores nuevas fuentes de ingreso.

El sombreado define el manejo de especies silvestres y cultivadas; su conocimiento es primordial para entender la estructura y flora de los cafetales, y tiene relación con aspectos de fitomejoramiento, parasitología, etnobotánica, ecología, edafología y conservación de la biodiversidad (Godoy y Bennett, 1989; Nestel y Altieri, 1992; Nestel 1995; Perfecto *et al.* 1996; Perfecto y Vandermeer 1996; Noble y Dirzo 1997).

Camargo (2014) evaluaron las 68 especies pertenecientes al relicto de bosque seco tropical de 200 ha en las cuales se midieron 6 rasgos funcionales de hoja y tallo. A partir de análisis multivariado se generaron 4 grupos funcionales. El primer grupo se compone de arbustos pioneros donde la familia más representativa en número de especies es la Fabaceae – Mimosoide

donde encontramos *Vachellia farnesiana* y *Chloroleucon bogotense*, el segundo de árboles pioneros donde la mayor representación es de la familia Myrtaceae, el tercero árboles con características intermedias y un cuarto grupo de especies típicas de sucesiones avanzadas, allí las más representativas hacen parte de las Fabaceae - Mimosoide con tres especies *Phitecellobium dulce*, *Platymiscium hebestachyum* y *Senegalia affinis*. Estos cuatro grupos se proponen para procesos de restauración de áreas degradadas e intervenidas en el bosque seco tropical, el primero para zonas muy erosionadas y descubiertas, el segundo para áreas de intervención no muy drásticas, los dos restantes para enriquecimiento de sucesiones tempranas con buena formación y recuperación.

Vásquez-Valderrama y Solorza-Bejarano (2018) analizaron los atributos funcionales de las especies vegetales de ocho especies vegetales incorporadas en áreas piloto de investigación en restauración ecológica presentes en Bogotá. Se registró el área foliar (AF), área foliar específica (AFE), contenido foliar de materia seca (CFMS), densidad de madera (dB), altura máxima (Hmax) y hábito de crecimiento de *Ageratina aristei*, *Abatia parviflora*, *Baccharis latifolia*, *Myrcianthes leucoxylo*, *Solanum oblongifolium*, *Vallea stipularis*, *Viburnum triphyllum* y *Xylosma spiculifera*. Encontraron tres grupos funcionales, los cuales presentan características de especies exclusivamente adquisitivas o adquisitiva-conservativa, lo que sugiere diferentes mecanismo y estrategias y mecanismos de adaptación a las condiciones de recuperación de las áreas perturbadas.

Cano-Arboleda *et al.* (2015) realizaron el análisis funcional de la vegetación de bosques y arbustales con el fin de seleccionar especies claves para la restauración teniendo en cuenta sus características funcionales. Se seleccionaron 44 especies para bosque y 33 para arbustales, se midieron 9 rasgos funcionales (estructurales, foliares y reproductivos). Se encontró siete grupos y en arbustales cinco grupos. Los rasgos funcionales con mayor importancia en la definición de los grupos en el bosque fueron densidad de madera y peso específico foliar (LMA). En arbustales, los rasgos más importantes fueron el índice de vulnerabilidad a la sequía y grosor foliar. Las características de los rasgos observados se relacionan con la resistencia y tolerancia a la sequía, por lo tanto, el factor más importante en la expresión funcional de éste tipo de vegetación es el recurso hídrico. A partir de las diferencias funcionales de los grupos se logró distinguir una amplia gama de estrategias ecológicas (diversidad de rasgos), las cuáles agrupan información pertinente a su crecimiento, resistencia, características vegetativas y reproductivas.

Montenegro y Vargas (2011) muestrearon la vegetación leñosa a lo largo de un gradiente matriz – borde - interior en dos parches de bosque altoandino, con tres tipos de borde: borde de chusque, paramizado y antiguo en un estado sucesional más avanzado. Se denominaron especies típicas de borde, aquellas con la mayor abundancia, capaces de colonizar la matriz adyacente y presente en ambos parches. El conjunto de especies de borde estuvo conformado por nueve especies, a las cuales se les evaluaron 20 atributos vitales: rasgos del individuo, reproductivos y de la hoja, generando



seis grupos mediante un Análisis de Correspondencia: 1) *Weinmannia balbisiana* - *W. tomentosa*, 2) *Gaiadendron punctatum* - *Hedyosmum bonplandianum*, 3) *Miconia ligustrina* - *M. squamulosa*, 4) *Macleania rupestris*, 5) *Pentacalia pulchella* y 6) *Tibouchina grossa*. La amplia variación y plasticidad de los atributos analizados, evidencia que los conjuntos obtenidos no obedecen a grupos funcionales claramente diferenciados, sino más bien a estrategias diferentes, al parecer de un único grupo funcional de gran plasticidad. *T. grossa* es la especie de borde más exitosa en la Reserva Forestal Municipal de Cogua (RFMC), con altos valores de abundancia, tolerancia fisiológica, reproducción vegetativa, producción de hojarasca y producción de semillas: pequeñas numerosas, formadoras de Bancos de Semillas Persistentes (BSP), reflejando su alta fecundidad.

En la Reserva Natural Ibanasca, Gómez y Vargas (2011) evaluaron 18 rasgos de historia de vida (RHV) asociados a las fases de establecimiento, permanencia y dispersión, de 17 especies de plantas arbóreas pioneras. En el análisis de componentes principales, los primeros tres ejes se acumulaba el 66% de la varianza y se formaron 4 grupos: uno con solo *Cecropia mutisiana*, otro conformado por *Inga* sp. y *Citharexylum subflavecens*, un tercero con *Solanum sycophanta*, *Croton magdalenensis*, *Brunellia colombiana* y *Oreopanax floribundum*, y el grupo más numeroso: *Saurauia cuatrecasana*, *Tibouchina lepidota*, *Cestrum humboldtii*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Bocconia frutescens*, *Siparuna echinata*, *Montanoa quadrangularis*, *Lochroma fuchsoides*, *Weinmannia pubescens* y *Baccharis trinervis*. Los rasgos que más caracterizan estas agrupaciones son altura, área

específica foliar, tamaño y peso de las semillas, tipo de dispersión y estrategia de regeneración. Esto representa las diferentes estrategias de los grupos ya que algunos invierten más en crecimiento mientras otros en reproducción.

Cogollo *et al.* (2020) evaluaron 14 rasgos de historia de vida en 20 especies de una zona de transición entre bosque altoandino y páramo en la reserva Aguas Vivas, Soacha, Colombia. Registrando información de tipos de polinización y dispersión, hábito de crecimiento, altura máxima, tipo y tamaño del fruto, número de semillas por fruto, textura de la hoja, tipo de indumento, área foliar, área foliar específica, nitrógeno foliar, contenido foliar de materia seca y dureza foliar. El análisis de componentes principales mostró que el nitrógeno foliar, la dureza foliar y el área foliar específica fueron los rasgos más informativos para definir asociaciones entre especies. Encontramos tres tipos funcionales que comprenden plantas con diferentes estrategias de adaptación, que se considerarán a la hora de seleccionar grupos de especies vegetales a reintroducir en ambientes modificados.

Enríquez (2017) identificó cerca de 30 especies, del Bosque Seco, Bosque Tropical Amazónico y Bosque Andino pertenecientes a la Región Sur del Ecuador, agrupando funcionalmente de acuerdo a un conjunto de cuatro rasgos de historia de vida (RHV) y 10 atributos, asociados a la fase de establecimiento, permanencia y dispersión. Determinó dos tipos funcionales de plantas (TFP), el TFP1 caracterizado como perennifolio de estrato alto, zoócora y anemócora y el TFP2 fue clasificado como caducifolias de estrato intermedio, zoócora. Los rasgos que más caracterizan estas agrupaciones son fenología

(FEN) y síndrome de dispersión (SD). Esto representa las diferentes estrategias de los grupos ya que algunos invierten más en crecimiento mientras otros en reproducción. Se determinó que las especies con potencial para llevar a cabo prácticas de restauración son: *Handroanthus chrysanthus*, *Maclura tinctoria*, *Bursera graveolens*, *Cedrela odorata*, Grias peruviana, *Terminalia amazonia*, *Ceiba pentandra*, *Iriartea deltoidea*, *Vismia baccifera*, *Alnus acuminata* y *Nectandra reticulata*.

## 2.2. Capacidad adaptativa

Paz *et al.* (2015) indican que cuando las raíces son más superficiales, tienden a ser más gruesas y a tener un tallo más gordo que les permite almacenar más agua. Este es el caso de la ceiba y el copal, dos árboles muy hermosos e importantes para las culturas prehispánicas. Ellos plantean la hipótesis de que maximizar la capacidad de buscar agua a profundidad en el suelo, o bien guardar agua en sus cuerpos, representan dos rutas distintas de adaptación para enfrentar la sequía; las plantas o buscan agua a mayor profundidad o guardan agua en sus cuerpos.

También observó que tener raíces profundas, o superficiales, son estrategias que dependen de las zonas en las que se encuentren las plantas. Las plantas con raíces profundas se encontraron en zonas despobladas y alteradas de sucesión secundaria (sitios donde una perturbación como un incendio, una inundación, o la actividad humana, alteró el ecosistema y con el tiempo brotó nueva vegetación), mientras que plantas con raíces superficiales y gruesas se encuentran en bosques maduros y viejos (Paz *et al.* 2015).

Se dice que hay menor cantidad de agua en el suelo profundo en las zonas de bosques viejos (bosque primario) porque los árboles tienen raíces más grandes y profundas que absorben muchísima agua. Por esta razón, las semillas que germinan en estos lugares tienen raíces superficiales que aprovechan el agua de lluvia que cae y que se mantiene en la superficie antes de que se absorba a capas más profundas del suelo donde están las raíces de los árboles grandes. En contraste, en las zonas degradadas donde no hay otros árboles y no hay sombra, las temperaturas de la capa superficial del suelo son más elevadas y el calor puede dañar las raíces superficiales, por lo que la estrategia de las plantas en estas zonas, es tener raíces más profundas y esperar a que el agua se filtre a mayor profundidad (Paz *et al.* 2015).

Shischenko y Capote (1976) encontraron que el contenido de clorofila y caroteno en las hojas aumentó con la disminución de la luz, lo que se interpreta como una posible evidencia de la adaptación del aparato fotosintético de las plantas al régimen de sombra.

También Odum (1972) planteó que las plantas adaptadas a la sombra tienden a tener una mayor concentración de clorofila que las plantas adaptadas a la luz, lo cual posibilita la capacidad de atrapar y consumir la mayor cantidad posible de luz difusa.

### **2.2.1. La temperatura: adaptaciones**

Probablemente, la temperatura sea uno de los factores abióticos más importantes y el que, de forma aislada, puede influir de manera más

decisiva sobre los organismos. Al menos, es fácil intuir y apreciar el papel de este factor sobre la distribución de los organismos: la vegetación y la fauna van cambiando conforme ascendemos por una montaña lo suficientemente elevada; la vegetación (biomas) de las zonas más frías es distinta a la de las zonas más cálidas; los límites en la distribución de muchas especies coinciden estrechamente con determinadas isothermas. Además, se puede decir que cada especie presenta un espectro térmico característico; en general, las plantas resisten mejor las temperaturas extremas que los animales (López 2016).

La temperatura es un factor abiótico de gran importancia, que afecta a la distribución de los organismos al influir sobre:

- Las distintas fases del ciclo vital de los organismos.
- La supervivencia de los individuos.
- La reproducción.
- La competencia con otras formas con características ecológicas similares.
- La resistencia a enfermedades, parásitos o depredadores.

### **2.2.2. La humedad: adaptaciones**

Si se tiene en cuenta que prácticamente todas las reacciones metabólicas que se producen en el interior de un organismo lo hacen en una disolución acuosa y que la fecundación necesita de un medio líquido en la mayor parte de los casos, es fácil entender la importancia que tiene para los seres vivos el mantenimiento de una adecuada concentración de este

compuesto en su interior. De hecho, la humedad es, junto a la temperatura, un factor abiótico fundamental, aunque no afecte por igual a los organismos acuáticos y a los terrestres, a los animales y a las plantas (López 2016).

### **2.2.3. La luz: adaptaciones**

La capacidad de poder captar la radiación lumínica mediante fotorreceptores más o menos complejos se encuentra en prácticamente todos los grupos de animales (desde cnidarios hasta mamíferos) y las plantas también son capaces de presentar movimientos de orientación respecto a la luz (fototropismo).

La existencia del día y la noche y la distinta duración (salvo en la línea del ecuador) del período de iluminación del día (fotoperíodo) en las distintas estaciones es un hecho de una extraordinaria importancia biológica, ya que regula la actividad y los ciclos vitales de gran número de organismos, incluidas plantas.

Igual que ocurría con el agua, para las plantas, la luz es un recurso, ya que es la única fuente de energía que las plantas verdes pueden utilizar para realizar sus actividades metabólicas. Es necesario tener en cuenta que hay factores que influyen sobre la cantidad de radiación que puede utilizar un vegetal, como son la posición de las hojas, la duración del fotoperíodo, la estación del año, la presencia de otras plantas que pueden interceptar la radiación, la orientación, etc. La luz influye decisivamente en la distribución vertical de las plantas; respecto a sus reacciones frente a la intensidad

luminosa, las plantas se dividen en especies de sombra, que utilizan la luz de intensidad baja (ocupan los estratos inferiores o las zonas menos iluminadas) y especies de sol, que utilizan la radiación de intensidad más alta y, por tanto, ocupan las zonas más expuestas a la radiación solar. Las primeras, al tener tasas fotosintéticas más bajas que las de sol tienen también tasas de crecimiento más bajas (López 2016).

La mayoría de las especies vegetales debido a su hábito sésil no pueden eluden con facilidad a las condiciones ambientales desfavorables; debido a esto evolucionaron desarrollando diversos mecanismos para poder tolerar dichas condiciones (Brock *et al.* 2005); resultado de ello, muchas especies poseen modificaciones morfológicas y fisiológicas generadas por los cambios en su ambiente natural (Smekens y Van Tienderen 2001). A la capacidad indicada sobre la capacidad que tiene un mismo genotipo para producir diferentes fenotipos en respuesta a la variación ambiental se denomina plasticidad fenotípica (Sultan 2001; Pigliucci 2005).

Además, la luz es un factor ambiental importante que define la distribución y adaptación de las plantas en diferentes ambientes. Este factor abiótico no solo es un recurso importante de energía, sino que también causa un estímulo que gobierna el desarrollo de las plantas y ocasionalmente, también es un factor que produce estrés en muchas especies vegetales (LARCHER, 1995). Dentro de las características de dicho factor se tiene que es un elemento del ambiente que varía tanto temporal como espacialmente. En ese sentido, esa variación ambiental es el escenario propicio para que se

evidencie plasticidad entre y dentro de las especies vegetales (Bazzaz y Morse 1991).

### **2.3. Restauración ecológica**

Restaurar tiene la característica de ser intencional en recuperar un ecosistema que fue alterado como resultado directo o indirecto de las actividades humanas. En muchas situaciones tales como ambientes altamente modificados por la agricultura o en zonas periurbanas, la transformación es de tal magnitud que solamente la restauración de las funciones ecosistémicas se constituye una prioridad de conservación (Bennett *et al.* 2009).

De acuerdo con Aronson y Alexander (2013), la restauración de los ecosistemas se reconoce actualmente como un componente clave en los programas de conservación y esencial para la búsqueda en el largo plazo de la sostenibilidad de nuestro planeta dominado por el hombre.

Cogollo *et al.* (2020) señala que, para iniciar un proceso de restauración en áreas disturbadas, es importante seleccionar especies vegetales nativas que aporten diversidad funcional al ecosistema en recuperación y permitan el establecimiento de nuevos individuos hacia etapas sucesionales más avanzadas.

### **2.4. Especies forestales**

Se consideró algunas de las especies forestales de la zona en el presente estudio, los cuales fueron:



### **2.4.1. Shiringa**

El género *Hevea*, cuyo nombre proviene de la palabra *hyévé* o *hevé*, que significa árbol que llora o lágrimas de árbol, es originario de las planicies del Amazonas y la Orinoquia y se encuentra en estado silvestre en Bolivia, Perú, Colombia y los estados de Matto Grosso y Marrano en Brasil (Compagnon 1998).

### **2.4.2. Mashonaste**

Su distribución es amplia desde Centroamérica a toda la región amazónica, hasta el sur de Brasil y Bolivia, mayormente debajo de los 1200 msnm (Reynel *et al.* 2003). En el Perú se la encontrado en las regiones de Huánuco, Junín, Madre de Dios, Loreto, Paseo, San Martín y Ucayali, entre los 0 hasta los 500 msnm. La especie es abundante en la Amazonía norte, pero su número disminuye en la Amazonía sur del Perú (IIAP 2015).

Respecto a su hábitat se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante; es una especie esciófita, presente en zonas de bosque primario, en suelos arcillosos a limosos con tendencia ácida, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a alta (Reynel *et al.* 2003).

Árbol de 40-120 cm de diámetro y 20-30 m de altura total, con fuste cilíndrico y la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste recta o con raíces superficiales cilíndricas, usualmente largas. La madera es muy dura y pesada, con grano recto a entrecruzado, su textura es media, de color

amarillenta y un brillo de moderado a elevado, además en el corte tangencial presenta arcos superpuestos diferenciados y en el corte radial presenta bandas anchas, paralelas y satinadas. Es por estas características que tiene un uso (IIAP 2015).

### **2.4.3. Bolaina negra**

Es un árbol de la familia Sterculiaceae, de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar hasta 15 m de altura. De copa redonda y extendida. Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas. Sus flores pequeñas y amarillas, se agrupan en panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras. Crece bien en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24 °C, de 700 a 1500 mm de precipitación/año y desde el nivel del mar a los 1200 msnm. Se da en suelos de texturas livianas y pesadas, con buen drenaje, no pedregosos y pH superior a 5,5 (Silvoenergía 1986).

Se usa para leña, siendo fácil de rajar y secar, resiste la pudrición, tiene buena producción de brasas, calor y poco humo. Se ha empleado para la fabricación de carbón. Su madera se emplea para postes en cercas y varas para construcciones rurales. Sus rebrotes, se pueden usar para la producción de varas tutoras o de sostén de cultivos agrícolas. También se puede utilizar su madera en carpintería, ebanistería y en la fabricación de cajas de embalaje (Silvoenergía 1986).

La madera del guácimo, tiene un poder calórico de 18400 kj/kg. La madera posee una gravedad específica de 0,45 - 0,65 g/cm<sup>3</sup> (CATIE 1986), lo que significa una madera de características duras y de fácil laboreo. Se han reportado en guácimo, rendimientos entre 2 - 5 ton/ha/año de leña seca (Silvoenergía 1986).

#### **2.4.4. Lagarto caspi**

Árbol de dosel del bosque húmedo tropical, desde el nivel del mar hasta 1700 msnm, con precipitaciones desde 1350 hasta 4000 mm y temperaturas medias anuales de 20 – 28 °C. Crece bien en las faldas de pequeñas colinas, en suelos aluviales, profundos, arcillosos, muy húmedos y ácidos (4,5 - 6,0). También se le encuentra en las faldas de colinas costeras, en suelos ricos en hierro y aluminio pero pobres en potasio y fósforo, o en planicies cercanas a cursos de agua, donde incluso puede tolerar inundaciones estacionales, pero allí su crecimiento es menor. Tolera bien la sombra, de manera que se puede encontrar regeneración abundante bajo el dosel (Barrance *et al.* 2003).

Las plántulas son tolerantes a la sombra pero crecen bien a plena luz, por lo cual son aptas tanto para sistemas de enriquecimiento como para plantaciones a campo abierto. Se han utilizado espaciamientos desde 2 x 2 m en plantaciones puras o mixtas hasta 10 x 10 m o más en sistemas agroforestales o de enriquecimiento. En plantaciones en pastizales degradados en el CATIE, Turrialba, Costa Rica (Barrance *et al.* 2003).

#### **2.4.5. Shaina**

La especie crece a bajas y medianas elevaciones en climas húmedos o muy húmedos. Común en bosques secundarios y áreas abiertas. Deja caer sus hojas durante la estación seca, pero las repone a inicios de la estación lluviosa, florece y fructifica de diciembre a mayo. Las semillas son dispersadas por la explosión de los frutos y las aves pequeñas (Ugarte 1997).

La especie *Colubrina glandulosa* Perk, localmente conocida como shaina, tiene un crecimiento rápido, es propia de bosques secundarios y posee madera semi-dura. En los primeros cinco años esta especie logra producir madera para construcciones, tanto en zonas rurales como urbanas, principalmente como vigas, viguetas, caibros, cercos de protección, palos de escoba, etc., y entre los ocho a diez años se obtiene madera para postes de alumbrado público (Ríos y Domínguez 2007).

#### **2.5. Grupos funcionales**

Las especies que comparten el estado o nivel de varios atributos pueden conformar un grupo funcional y al igual que los atributos, pueden ser definidos respecto a su contribución a los procesos ecosistémicos o por la respuesta de las especies a cambios en las variables ambientales (Lavorel *et al.* 1997). Aunque este concepto se aplica de forma general a los organismos que se encuentran en un ecosistema, la mayoría de estudios se centran en la comunidad vegetal por mayor facilidad para obtener información y diseñar experimentos de corto y mediano plazo (Castellanos-Castro y Bonilla 2011).

En las últimas décadas este enfoque se ha usado para estudiar cambios en la abundancia de rasgos o grupos funcionales en ambientes contrastantes y evaluar el efecto de diferentes factores en el ensamblaje de las comunidades vegetales, incluyendo la respuesta a disturbios (Lavorel *et al.* 1997), la colonización de ambientes modificados antropogénicamente (Verheyen *et al.* 2003), la respuesta de comunidades vegetales a múltiples factores ambientales (Deckers *et al.* 2004) e incluso, con el fin de hacer predicciones sobre el efecto de los cambios climáticos resultado del calentamiento global en las comunidades (Díaz y Cabido 1997).

La diversidad funcional combina diferentes tipos de procesos importantes en la estructura y estabilidad dinámica de una comunidad (Moore, 2001). Los efectos en el funcionamiento de los ecosistemas, relacionados con la abundancia, la composición, la distribución y las características de las especies, se pueden representar a través de atributos funcionales (Martín-López *et al.* 2007), compuestos de rasgos morfológicos y fisiológicos de los individuos y expresados en el crecimiento, la reproducción y la supervivencia (Violle *et al.* 2007; Duffy *et al.* 2007). Los atributos funcionales son, entonces, un indicador funcional de los ecosistemas dadas las características esenciales de las especies que permiten el equilibrio entre la adquisición y procesamiento de recursos (Leps *et al.* 2006).

Los rasgos más comunes en estudios sobre grupos funcionales corresponden a atributos de las hojas como el área foliar, el área foliar específica y el contenido foliar de materia seca (Wright *et al.* 2004). En la

actualidad, se han incluido otros rasgos como la densidad de madera, la cual tiene una estrecha relación con la supervivencia y crecimiento de las plantas (Chave *et al.* 2009). Algunos rasgos hidráulicos del tallo como densidad y diámetro de vasos tienen implicaciones en la regulación hídrica de los individuos vegetales (Reich 2014), ayudando a comprender con más detalle las relaciones de compromisos de las plantas (Díaz *et al.* 2016).

Es común encontrar agrupaciones de especies en los ecosistemas a partir de grupos funcionales, los cuales se pueden interpretar como un conjunto de especies que cumplen un rol funcional en un espacio definido (Hawkins *et al.* 1989). De esta forma, el análisis de los atributos se consideran una herramienta efectiva para analizar la diversidad de respuestas eco-fisiológicas en ecosistemas naturales (Chapin 1993; Squeo *et al.* 1999) y en los procesos de restauración ecológica, este último, centrado en mejorar las relaciones de biodiversidad y servicios de ecosistemas (Benayas *et al.* 2009).

En los procesos de restauración ecológica, los atributos de los grupos funcionales se emplean como indicadores del funcionamiento del ecosistema y de los cambios generados por perturbaciones (Wortley *et al.* 2013; Murcia & Guariguata 2014; Ostertag *et al.* 2015), así como facilitadores y orientadores para la selección de especies (Barrera-Cataño & Valdés-López 2007; Castellanos-Castro & Bonilla 2011).

Para Enríquez (2017), la identificación de Tipos Funcionales de Plantas basados en los rasgos funcionales, proporcionan un poderoso enfoque para el entendimiento de la respuesta de la vegetación a factores ambientales.

## 2.6. Restauración de áreas intervenidas

En el área de restauración ecológica, el estudio de la diversidad funcional posee un alto potencial al brindar información útil sobre los atributos que caracterizan a las especies que colonizan y participan en la regeneración natural y que serían buenas candidatas para ser reintroducidas en ambientes modificados (Pywell *et al.* 2003).

Las prácticas silviculturales constituyen un importante agente de disturbio y su inadecuada implementación afecta la sostenibilidad de los bosques naturales (Sola *et al.* 2015). En los ecosistemas forestales, el disturbio es componente clave que determina la composición y abundancia de las especies arbóreas. La escala, intensidad y el patrón espacial del disturbio define la composición de la vegetación subsecuente (Pollmann 2002).

En el manejo del bosque, el cambio en la abundancia relativa de las especies podría ocasionar modificaciones en la población efectiva que da origen a la regeneración (Barik *et al.* 1996). Es decir, el aprovechamiento silvicultural modifica la estructura forestal que puede implicar un impacto significativo sobre las variables bióticas y abióticas del bosque, y por ende sobre la composición de la regeneración (Martínez *et al.* 2002). Por lo tanto, el manejo forestal se debe llevar a cabo desde una perspectiva integral, manteniendo la variabilidad natural de los ecosistemas afectados. La silvicultura debe ser compatible con las estrategias de regeneración de las especies teniendo en cuenta el régimen de disturbios naturales para poder predecir y reducir los impactos en el ecosistema (Smith *et al.* 1997).

La degradación del bosque puede ser causada por la extracción selectiva positiva, que consiste en la remoción de los árboles con mayor valor comercial y el mantenimiento de una masa residual compuesta por individuos de baja calidad maderera. Además, puede producir un impacto en la estructura genética por una selección disgénica, con la consecuente disminución de la aptitud productiva del bosque (Finkeldey y Ziehe 2004). Esta práctica implica beneficios económicos a corto plazo, pero no considera el impacto sobre la biodiversidad, regeneración y desarrollo del bosque (Donoso 2013).

Las principales variables que influyen sobre el establecimiento y crecimiento de los renovales son la disponibilidad de luz y humedad en el suelo, y la intervención silvicultural influye sobre estas variables debido a los cambios en la cobertura del dosel (Dezzotti *et al.* 2003; Promis *et al.* 2010). El cambio generado por la intervención forestal sobre el microclima del bosque genera efectos negativos en la respuesta de las diferentes especies.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La investigación se realizó como parte del proyecto denominado “Restauración ecológica de paisaje en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul”, que se instaló en la parcela del Sr. Jeuny Campos Carrasco socio activo del proyecto.

#### **3.2. Ubicación política**

La ubicación política de la parcela del señor Jeuny Campos Carrasco pertenece a la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul que se encuentra en:

Región	:	San Martín
Provincia	:	Picota
Distrito	:	Tres Unidos
Caserío	:	San Juan

#### **3.3. Ubicación geográfica**

La coordenada UTM de la parcela de investigación (cafetal abandonado), parcela perteneciente al señor Jeuny Campos Carrasco corresponde a 373989 Este 9246998 Oeste, y una altitud de 923 msnm.

### **3.3.1. Características climáticas y zona de vida**

El clima de la zona se caracteriza por presentar temperaturas elevadas, la temperatura mensual varía desde los 19 °C hasta los 32 °C y presenta una humedad relativa promedio de 82,7% con una precipitación promedio de 2400 mm (SENAMHI 2019).

Ecológicamente y de acuerdo con la clasificación de zona de vida y diagrama bioclimático de Holdridge, el caserío San Juan se encuentra en la zona de vida: bosque húmedo Premontano Tropical (bhPMT) (ONERN 1976).

Fisiográficamente los suelos residuales de comunidad tienen formación típica de colinas y montañas con relieve moderadamente que está comprendido entre 15 y 50% de pendiente.

### **3.3.2. Historia de disturbio**

La parcela de trabajo de investigación, hace 18 años atrás, se instalaron plantaciones de café, al pasar el tiempo este cultivo fue decayendo por motivos de una mala práctica de manejo ante ello las plagas y enfermedades proliferaron al cultivo, disminuyendo la producción; esto permitió que el agricultor abandone esta parcela.

Esta parcela se encontraba abandonado durante un periodo aproximado de 10 años, presentando plantones de café con problemas fitosanitarios evitando la restauración pasiva del predio.

### 3.3.3. Ecosistema de referencia

De acuerdo a lo registrado por Vásquez (2018) y Salazar (2018) en un trabajo de composición florística en el ecosistema de referencia (PPM 1-Lejía), encontraron especies sobresalientes en la estructura horizontal y vertical del ecosistema, ante ello se utilizaron estas especies para su aplicación en la técnica de grupos espaciados Anderson. De los 824 individuos (666 fustales y 158 árboles maduros), 141 individuos no fueron identificados (17,11% del total), siendo las especies con mayor valor de importancia:

- Moena amarilla (*Nectandra amazonica*)
- Leche caspi (*Couma macrocarpa*)
- Shimbillo (*Inga alba*)
- Moena blanca (*Ocotea cernua*)
- Moena negra (*Aniba perutilis*)
- Sacha caimito (*Pouteria lasiocarpa*)
- Copal caraña (*Protium crassipetalum*)
- Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*)
- Cumala blanca (*Virola elongata*)
- Shiringa (*Hevea guianensis*)
- Urco moena (*Ocotea oblonga*)
- Cachimbo blanco (*Cariniana decandra*)
- Muesca huayo (*Dendropanax cuneatus*)

### **3.4. Metodología**

#### **3.4.1. Planificación y diseño de trabajo**

Realizaron las coordinaciones respectivas el responsable del proyecto con CIMA con el Sr. Jeuny Campos Carrasco (propietario de la parcela) para conocer de esta manera las diferentes actividades que se realizaron para poder establecer una plantación de especies forestales, utilizando la metodología de la plantación en grupos espaciados Anderson, de esta manera se pudiera acelerar la recuperación de dicho ecosistema y los servicios ambientales perturbados durante décadas por las actividades antrópicos.

##### **3.4.1.1. Reconocimiento del lugar**

Consistió en el recorrido que realizó el técnico del proyecto juntamente con el Sr. Jeuny Campos Carrasco (dueño del predio) por la parcela para determinar la extensión del área de la investigación, asu vez se ubicó un área adecuada con las condiciones óptimas para instalar un vivero temporal.

##### **3.4.1.2. Construcción del vivero**

Se construyo un vivero temporal con las siguientes dimensiones: 4 m de ancho por 8 m de largo y 2,30 m de altura, utilizando postes de madera, cerrado con malla raschel 50% de esta manera evitar daños externos, obtener plantones de buena calidad.

#### **3.4.1.3. Llenado de bolsas y habilitado de camas**

Para realizar el llenado de bolsas fue necesario tamizar las partículas de mayores dimensiones como son entre raíces, gravillas que normalmente contiene un suelo agrícola que posteriormente se procedió a realizar el llenado de bolsas con tierra agrícola tamizado, utilizando bolsas de polietileno con dimensiones de 4" x 7", aproximadamente 2.000 bolsas.

#### **3.4.1.4. Recolección de semillas y siembra**

Se colectaron las semillas del bosque comunal del caserío San Juan, esta actividad fue realizado por el técnico del proyecto; posteriormente fueron llevadas al vivero donde se realizó la siembra directa de las 14 especies.

#### **3.4.1.5. Eliminación del café abandonado**

Consistió en eliminar todas las plantas de café del interior del área de investigación, actividad realizada utilizando machetes, consecuentemente las plantas cortadas fueron llevadas fuera de la finca con la finalidad de que éstas no sean fuente de propagación de patógenos y hongos, el corte de las plantas de café se realizó de manera selectiva dejando los demás arbustos dentro de la finca.

#### **3.4.1.6. Demarcación**

Se emplearon estacas para la demarcación de los grupos a instalar en los claros que quedaron después de la eliminación de las plantas de café con la finalidad de facilitar la instalación de los grupos funcionales.

#### **3.4.1.7. Apertura de hoyos**

Con ayuda de una cavadora abrieron los hoyos con una profundidad de 20 a 25 cm y un diámetro de 20 cm.

#### **3.4.1.8. Traslado de plántulas**

Después de 3 meses que estuvieron las plántulas en desarrollo en el vivero temporal, con una cubeta de plástico se trasladaron las plántulas hacia los hoyos abieros, con una distribución al azar.

#### **3.4.1.9. Instalación de los grupos funcionales**

Se instalaron los grupos funcionales (Cuadro 34 del Anexo) en aquellos puntos demarcados; la distribución de las plántulas dentro de cada grupo funcional fue a dos metros adyacentes a la planta central en direcciones de este, oeste, norte y sur respectivamente.

### **3.4.2. Intervención del tesista**

La tesis se desarrolló 6 meses después de la instalación de la parcela realizada por el proyecto.

#### **3.4.2.1. Fase de pre campo**

Teniendo en cuenta el convenio firmado entre la Universidad Nacional Agraria de la Selva y el centro de conservación, investigación y

manejo de áreas naturales “Cordillera Azul” dentro del (convenio de marco de cooperación interinstitucional), aprobado con la Resolución N° 564 - 2017 - CU – R – UNAS, se coordinó con los responsables de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS y el Gerente del Proyecto “Estrategias Escalables de Restauración Ecológica del Paisaje”.

#### **3.4.2.2. Fase campo**

La investigación fue evaluada en una plantación ya establecido por CIMA en coordinación con Jeuny Campos Carrasco dueño de la finca.

Como actividad inicial se consideró la limpieza puntual únicamente donde se encuentran las plantas establecidas, para esta labor se utilizó el machete con el cual se cortó la vegetación competitiva que se encontraban alrededor de cada planta establecida, del mismo modo se quitó las hojarascas que tapaban el tallo de las plantas, la limpieza se realizó en un área aproximada de 15 cm de radio considerando el tallo de las plantas con la finalidad de mantener limpio cada individuo.

Otra actividad realizada fue la codificación de las unidades de estudio, para esto se utilizó una cinta fosforescente donde se plasmó el nombre de las especies y el número del grupo funcional, las iniciales de la orientación para facilitar las evaluaciones, esta cinta se les colocó en el tallo de la misma planta realizando un amarre suelto para que no dañe el desarrollo de las mismas (Figura 5 del Anexo).

Luego se procedió a la georreferenciación de cada grupo establecido empleando un receptor GPS marca Garmín y modelo 64s, con la finalidad de elaborar en el informe final un mapa de dispersión de los grupos en toda la plantación, realizar un comparativo del desarrollo de los grupos funcionales.

### **3.4.3. Parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas**

En la plantación ya establecida en grupos funcionales, se realizó la evaluación de las variables según Arias (2005).

#### **3.4.3.1. Altura**

Para obtener el valor de esta variable se utilizó una wincha de 5 m marca Stanley, medida realizada desde la base de la planta hasta la primera ramificación (altura del tallo) y una segunda medida desde la base hasta la yema principal de crecimiento (altura total), las dos mediciones emplearon como unidad de medida el metro lineal (Figuras 7 y 8 del Anexo).

#### **3.4.3.2. Diámetro de copa**

Otra variable considerada a medir fue el diámetro de copa (Figura 1), para esto se tuvo en consideración las orientaciones de este a oeste y de norte a sur con la finalidad de utilizar el diámetro promedio para los análisis respectivos.



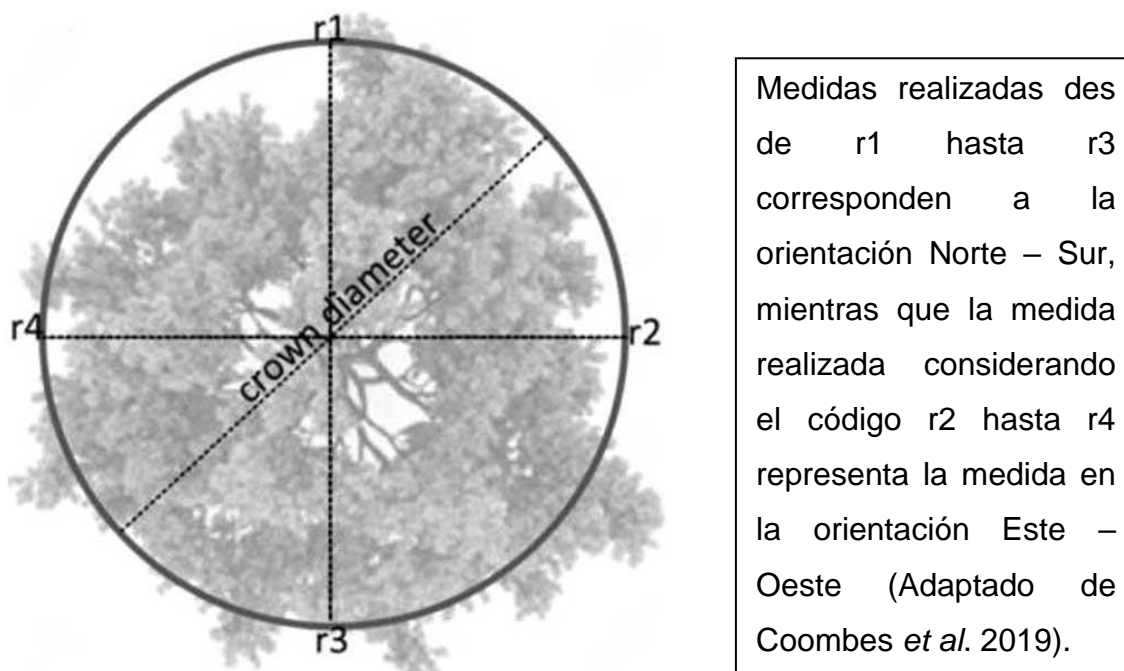


Figura 1. Esquema del proceso en la medición del diámetro de copa.

#### 3.4.3.3. Diámetro del tallo

En caso del diámetro de tallo, se consideró el uso de un vernier electrónico marca Stanley con el cual se escogió un punto a medir que fue a 10 cm del tallo medido desde el suelo y la unidad de medida fue expresado en centímetros (Figura 6 del Anexo). Una vez medido dichas variables, se calcularon los parámetros morfométricos en base a los reportes de Arias (2005), siendo estos los siguientes:

#### 3.4.3.4. Porcentaje de copa

La variable porcentaje de copa estuvo referida al valor obtenido de la relación entre el largo de copa y la altura total del árbol, dicho cálculo se utilizó como indicador de la vitalidad de las plantas y como regresor en modelos

del grado de competencia entre los individuos (Durlo 2001), la fórmula utilizada consistió en:

$$\text{➤ Porcentaje de copa} = \frac{\text{Largo de copa (cm)}}{\text{Altura total (cm)}} \times 100$$

#### **3.4.3.5. Grado de cobertura de copa**

El grado de cobertura de copa se encuentra en función a la proporción de su longitud con respecto a la altura total. El hecho de mantener una copa amplia requiere un gasto mayor de energía para desplazar los nutrientes y agua a todo lo largo y ancho de la copa pero tiene la ventaja de recibir una mayor cantidad de radiación solar y aumenta la capacidad fotosintética del individuo (Nájera-Luna y Hernández-Hernández 2008). La fórmula empleada fue:

$$\text{➤ Grado de cobertura de copa} = \frac{\text{Largo de copa (cm)}}{\text{Altura total (cm)}}$$

#### **3.4.3.6. Índice de copa**

Debido a que el diámetro de la copa refleja la dimensión del aparato fotosintético del árbol que está directamente relacionado con su capacidad de crecimiento, el índice de copa fue calculado mediante la fórmula:

$$\text{➤ Índice de copa} = \frac{\text{Largo de copa (cm)}}{\text{Diámetro de copa (cm)}}$$

### 3.4.3.7. Forma de copa

Es la relación entre el diámetro de copa y largo de la misma, cuanto menor es la forma de copa, mejor es la productividad del árbol (Figura 2). Esto se debe únicamente a la relación entre el monto de copa y el área de proyección de copa (Durlo 1998). La fórmula considera fue:

$$\text{➤ Forma de copa} = \frac{\text{Diámetro de copa (cm)}}{\text{Largo de copa (cm)}}$$

### 3.4.3.8. Índice de espacio vital

Obtenido de la relación entre el diámetro de copa y el diámetro del tallo, dicho índice representa cuantas veces es mayor el diámetro de copa que el diámetro de la planta (Figura 2). La fórmula corresponde a:

$$\text{➤ Índice de espacio vital} = \frac{\text{Diámetro de copa (cm)}}{\text{Diámetro del tallo (cm)}}$$

### 3.4.3.9. Manto de copa (índice de Abragencia)

Existe una correlación entre el índice de Abragencia y la altura de los árboles (Durlo 1998). Puede ser un indicador de la producción foliar de la planta. Los árboles que presentan un mayor valor de este índice indican que se desarrollan bajo condiciones de menor competencia de espacio y de luz, por tanto, tienen mayor capacidad de recibir energía solar. La fórmula utilizada fue:

$$\text{➤ Manto de copa} = \frac{\text{Diámetro de copa (cm)}}{\text{Altura total (cm)}}$$

### 3.4.3.10. Esbeltez

Corresponde a la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del tallo (mm), utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{➤ Esbeltez} = \frac{\text{Altura total (cm)}}{\text{Diámetro del tallo (cm)}}$$

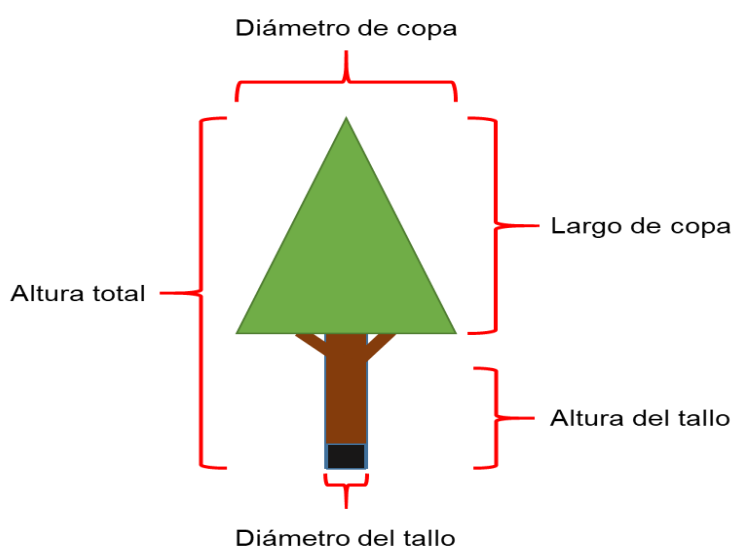


Figura 2. Esquema para el cálculo de los parámetros morfométricos.

### 3.4.4. Incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas

Con la finalidad de obtener el “estado fitosanitario” de las plantas, se ha utilizado la técnica de recolección de datos denominado “la observación”, para esto, se verificó cada planta establecida con el objetivo de registrar la presencia de cualquier problema fitosanitario, como exudados, perforaciones, marchitamientos severos, herrumbres, o cualquier otra manifestación (Figura 9

y 10 del Anexo). Se realizó las anotaciones en las observaciones del formato de evaluación, considerando tres categorías (Murillo y Camacho 1997):

- 1 = Sana: planta sin evidencia de problemas, y con buena nutrición aparente.
- 2 = Aceptablemente sana: planta con alguna evidencia de problemas fitosanitarios, siempre y cuando no se presentaba en más de un 50% del follaje, que no le haya provocado heridas severas o se encuentre bajo una alta probabilidad de muerte.
- 3 = Enfermo: aquellas plantas con características de sanidad que afectan el desarrollo normal del mismo. Par ejemplo, pérdida del eje dominante; pérdida del follaje u otros daños visibles en más de 50% de la planta; caída de ramas, chancros o pudriciones en el tallo, herrumbres, etc.

En el análisis de los resultados se consideró realizar una comparación cualitativa debido a que no hubo abundantes plantas con daño de insectos o arácnidos que perjudicaron las hojas.

#### **3.4.5. Evaluación la mortalidad de plantas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas**

Aquí se registró la ausencia de una planta en el punto exacto donde se debió encontrar, de acuerdo con el espaciamiento vigente. Se

registró también con esta variable a aquellas plantas que sin lugar a dudas se encontraban muertas en pie, actividad realizada teniendo en consideración los aspectos propuestos por los autores Murillo y Camacho (1997), en donde las categorías utilizadas en la observación correspondiente a la mortalidad fueron las siguientes:

1: Planta que se encontraba presente y estaba viva.

2: Planta que estuviera ausente o en todo caso estuviera muerto en pie.

Como parte de la presentación de los resultados, se realizó el cálculo de la mortalidad expresados en valores porcentuales con fines de realizar las comparaciones respectivas, siendo la expresión:

$$\text{Mortalidad(\%)} = \frac{\text{Plantas muertas}}{\text{Plantas establecidas}} \times 100$$

### **3.5. Características de la investigación**

#### **3.5.1. Población de estudio**

En el presente estudio realizado se contaba con una población conocida debido a que estaba en marcado en la parcela de excafetal, es por ello que la población en estudio estuvo conformada por 14 especies forestales con una edad aproximada de seis meses desde el establecimiento, siendo en total 277 individuos distribuidos en los 55 grupos funcionales. Las especies vegetales con mayor cantidad de individuos fueron *Clarisia racemosa* y

*Pouteria guianensis*, mientras que *Trattinnickia aspera*, *Ocotea marmellensis* y *Pourouma bicolor* representaron menor cantidad (Figura 3, Cuadro 1 y Cuadro 34 del Anexo).

Cuadro 1. Especies forestales considerados en el estudio.

Nombre común	Nombre científico	Cantidad	Fase
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	5	Intermedia
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	16	Intermedia
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	38	Inicial
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	45	Intermedia
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	2	Intermedia
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	26	Intermedia
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	46	Intermedia
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	14	Intermedia
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	1	Intermedia
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	31	Intermedia
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	25	Intermedia
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	5	Intermedia
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	21	Intermedia
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	2	Intermedia

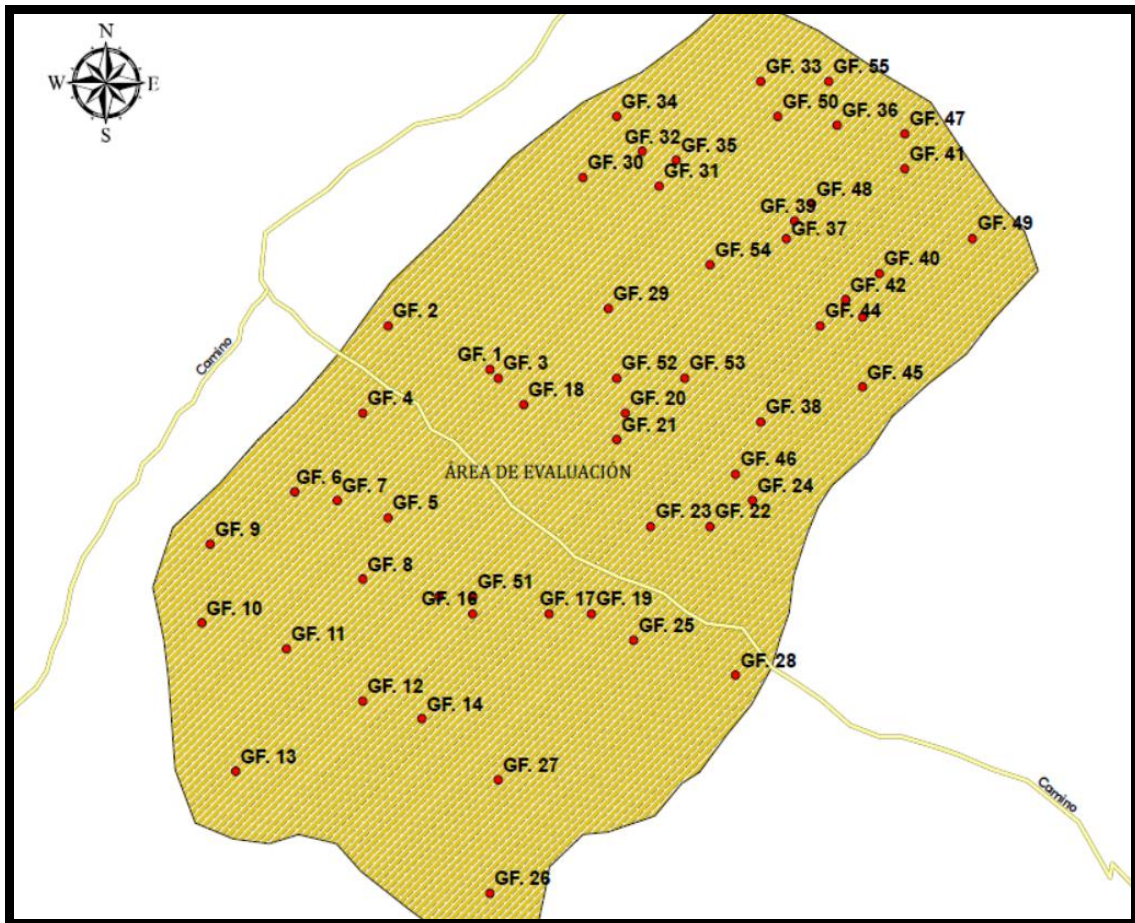
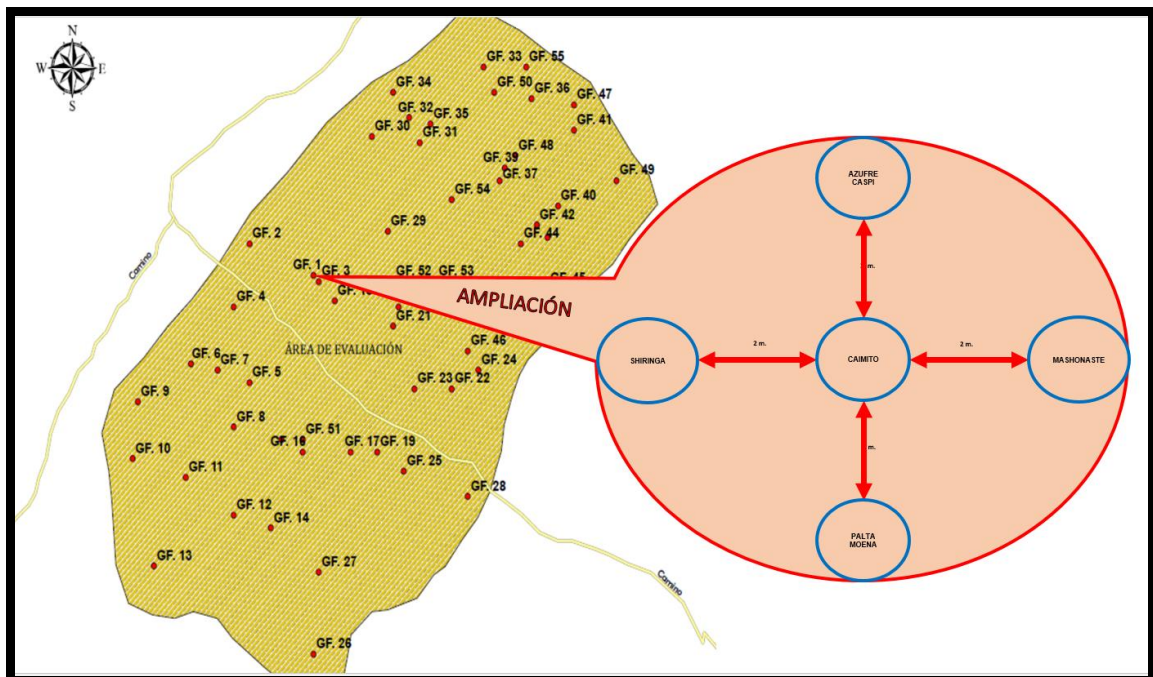


Figura 3. Esquema de dispersión de los grupos funcionales establecidos en los claros de un excafetal.

### 3.5.2. Unidad de estudio

La unidad en estudio estuvo conformada por un grupo funcional (Figura 2) establecido en un suelo donde anteriormente se encontraban instaladas plantas de café, en dicho grupo funcional establecido se encontraban cinco especies frestaes (denominándose a cada individuo como subunidad de muestreo), la distribución de las plantas dentro del grupo se realizó considerando los puntos cardinales como son: Este, Oeste, Norte y Sur, siendo añadido una planta de otra especie forestal que se colocaba en el centro del claro.





E1..., E5: corresponden a las cinco individuos forestales establecidos.

Figura 4. Esquema de la unidad de estudio adaptado del método de grupos espaciados (Anderson 1953) en un claro de un excafetal.

### 3.5.3. Variables en estudio

#### Variable de caracterización (X)

- Especies forestales.

#### Variable de Interes (Y)

- Parámetros morfológicos.
- Incidencia de plagas.
- Mortalidad de plantas.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas**

#### **4.1.1. Altura**

Durante los seis meses de evaluación de las especies forestales con fines de restauración en suelos donde se cultivaron cafetos, se observa que hubo diferencias estadísticas significativas, con el cual se determina que al menos uno de las especies forestales presentó mayor altura total en comparación a las demás plantas (Cuadro 2).

Al año de establecido, las especies forestales establecidas con fines de restauración presentaron efectos estadísticos significativos sobre la altura total, con el cual se acepta la hipótesis del investigador concerniente a que al menos una de las especies registró mayor altura total en comparación a las demás especies establecidas (Cuadro 2).

El incremento generado durante los seis meses que perduró el estudio también registró significancia estadística, recalcando que al menos una de las especies consideradas para la restauración presentaron mayores incrementos de la altura total (Cuadro 2).

Cuadro 2. ANVA para la altura total de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	62.819,109	13	4.832,239	112,554	<0,001*
	Error aleatorio	11.205,451	261	42,933		
	Total	74.024,561	274			
12	Especies	84.179,400	13	6475,338	34,149	<0,001*
	Error aleatorio	47.026,377	248	189,622		
	Total	131.205,778	261			
Incremento	Especies	9.539,593	13	733,815	5,616	<0,001*
	Error aleatorio	32.402,488	248	130,655		
	Total	41.942,081	261			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

La especie forestal establecida y que alcanzó mayor altura total fue la shiringa (*Hevea guianensis*), el cual fue estadísticamente superior a las demás especies, mientras que en caso de la moena negra (*Ocotea marmellensis*) no se reportó significancia por presentar solo un individuo; al año de establecido se reportó menores alturas en las especies como azufre caspi (*Symphonia globulifera*), caimito (*Pouteria guianensis*), moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) y la uvilla (*Pourouma bicolor*) que fueron estadísticamente muy similares (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias para la altura total (cm) de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	Subc <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	Subc <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	Subc <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	9,40	f	29,50	de	18,00	abc
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	12,23	ef	26,09	e	13,64	abc
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	20,57	d	44,95	bcd	23,53	a
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	12,93	ef	16,89	e	4,01	c
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	19,15	d	30,85	de	11,70	abc
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	29,83	c	49,87	bc	20,04	ab
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	39,67	b	52,82	b	13,06	abc
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	11,64	ef	17,50	e	5,86	bc
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	9,00	---	25,00	---	16,00	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	29,23	c	44,26	bcd	15,03	abc
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	18,79	de	34,73	cde	15,94	abc
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	9,70	f	28,38	de	17,75	abc
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	68,34	a	84,18	a	15,84	abc
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	13,00	de	23,00	e	10,00	abc

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Con una edad de seis meses posteriores a su establecimiento, las alturas totales en las plantas de los grupos funcionales establecidos no presentaron diferencias estadísticas significativas, con el cual se acepta la hipótesis correspondiente a que existe paridad en las medias. Además, para el caso de la última medición realizada y para conocer el comportamiento durante el periodo de la investigación no se demostró significancia estadística en donde los grupos funcionales establecidos en dichos ambientes presentaron similar comportamiento de la altura total (Cuadro 4).

Cuadro 4. ANVA para la altura total en las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	18.149,725	54	336,106	1,323	0,084 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	55.874,836	220	253,977		
	Total	74.024,561	274			
12	Grupos funcionales	29.493,750	54	546,181	1,112	0,296 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	101.712,028	207	491,362		
	Total	131.205,778	261			
Incremento	Grupos funcionales	10.726,395	54	198,637	1,317	0,089 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	31.215,687	207	150,800		
	Total	41.942,081	261			

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.2. Diámetro de copa

El diámetro de copa de las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo desde su establecimiento reportaron diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mayor diámetro de copa (Cuadro 5).

Tanto al final y en el incremento respectivo de los seis meses de evaluación registraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5).

Cuadro 5. ANVA para el diámetro de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	7.138,395	13	549,107	27,206	<0,001*
	Error aleatorio	4.763,293	236	20,183		
	Total	11.901,688	249			
12	Especies	20.262,803	13	1558,677	23,208	<0,001*
	Error aleatorio	15.581,553	232	67,162		
	Total	35.844,356	245			
Incremento	Especies	4.462,425	13	343,263	6,336	<0,001*
	Error aleatorio	12.568,225	232	54,173		
	Total	17.030,649	245			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

A los seis meses de establecido se registró que la especie con mayor diámetro de copa fue la shiringa (*Hevea guianensis*) por registrar una media de 32,67 cm, el cual fue estadísticamente superior a las demás especies, siendo seguido por lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) por reportar una media de 23,71 cm; en caso de las especies con menor diámetro de copa se obtuvo al caimito (*Pouteria guianensis*) con tan solo un diámetro de copa de 10,65 cm (Cuadro 6).

Al final del estudio, se registró mayor diámetro de copa en la shiringa (*Hevea guianensis*) por obtener una media de 48,42 cm, el cual fue estadísticamente superior a las demás especies, siendo seguido muy cercanamente por la especie lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) por alcanzar una media de 36,80 cm; en caso de las especies con menor diámetro de copa se reporta al caimito (*Pouteria guianensis*) con tan solo un diámetro promedio de copa de 14,51 cm (Cuadro 6).

El incremento de la variable diámetro de copa durante los seis meses que perduró el estudio reportaron que la especie con mayor diámetro de copa fue el añallo caspi (*Cordia alliodora*) por alcanzar una media de 21,50 cm, el cual fue estadísticamente superior a todas las demás especies establecidas, siendo seguido muy cercanamente por la especie shiringa (*Hevea guianensis*) por obtener una media de 18,50 cm; en caso de las especies con menor diámetro de copa se obtuvo a la Moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) y el caimito (*Pouteria guianensis*) con valores promedios de 6,0 y 3,89 cm respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias para el diámetro de copa (cm) de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	Subc <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	Subc <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	Subc <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	12,50	de	34,00	bc	21,50	a
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	13,89	de	20,69	de	6,44	cd
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	17,73	cd	31,61	bcd	13,84	abcd
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	10,65	e	14,51	e	3,89	d
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	22,25	bc	34,25	bc	12,00	abcd
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	23,71	b	38,60	ab	14,88	abc
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	22,62	bc	35,84	bc	13,22	abcd
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	16,77	cd	22,08	de	6,00	cd
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	18,50		43,50		25,00	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	16,44	cde	27,05	cd	10,61	bcd
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	17,08	cd	25,67	cd	8,58	bcd
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	17,50	cd	36,00	bc	18,50	ab
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	32,67	a	48,42	a	15,75	abc
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	14,75	de	25,25	cd	10,50	bcd

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.



Debido a que se encontraba establecido las plantaciones en grupos funcionales, los diámetros de las copas de las plantas en los grupos funcionales presentaron diferencias estadísticas significativas, con el cual se acepta la hipótesis correspondiente a que existía diferencias entre al menos un grupo funcional. Además, en la última medición realizada y analizando el incremento correspondiente durante el periodo de la investigación no se registró significancia estadística con la cual los grupos funcionales establecidos en dichos ambientes presentaron similar comportamiento (Cuadro 7).

Cuadro 7. ANVA para el diámetro de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	3.844,484	54	71,194	1,723	0,004*
	Error aleatorio	8.057,204	195	41,319		
	Total	11.901,688	249			
12	Grupos funcionales	8.567,748	54	158,662	1,111	0,299 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	27.276,609	191	142,809		
	Total	35.844,356	245			
Incremento	Grupos funcionales	4.460,445	54	82,601	1,255	0,135 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	12.570,204	191	65,813		
	Total	17.030,649	245			

\*: Existen diferencias estadísticas significativas.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

### 4.1.3. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo en las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo desde su establecimiento mostraron diferencias estadísticas significativas por el cual, al menos una de las especies presentaba mayor diámetro del tallo (Cuadro 8).

Tanto al año y el incremento respectivo de los seis meses de evaluación registraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANVA para el diámetro del tallo de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	2,667	13	0,205	69,521	<0,001*
	Error aleatorio	0,770	261	0,003		
	Total	3,438	274			
12	Especies	5,734	13	0,441	30,730	<0,001*
	Error aleatorio	3,560	248	0,014		
	Total	9,293	261			
Incremento	Especies	1,737	13	,134	11,987	<0,001*
	Error aleatorio	2,765	248	,011		
	Total	4,503	261			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

A los seis meses de establecido se registró que la especie con mayor diámetro del tallo fue la shiringa (*Hevea guianensis*) por registrar una media de 0,62 cm, el cual fue estadísticamente superior a las demás especies, siendo seguido por lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) por reportar una media de 0,37 cm; en caso de las especies con menor diámetro del tallo se obtuvo al añallo caspi (*Cordia alliodora*), caimito (*Pouteria guianensis*) y la shaina (*Colubrina glandulosa*) con promedios de 0,23, 0,21 y 0,22 cm respectivamente (Cuadro 9).

Al año de establecido, se registró mayor diámetro de tallo en la shiringa (*Hevea guianensis*) por obtener una media de 0,84 cm, el cual fue estadísticamente superior a las demás especies, siendo seguido muy cercanamente por la especie mashonaste (*Clarisia racemosa*) por reportar una media de 0,67 cm; en caso de las especies con menor diámetro del tallo se reporta al caimito (*Pouteria guianensis*) con tan solo un diámetro promedio de 0,31 cm (Cuadro 9).

Al analizar el incremento de la variable diámetro del tallo durante los seis meses que perduró el estudio, se reportó que la especie con mayor valor fue la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) por obtener una media de 0,32 cm, el cual fue estadísticamente superior a todas las demás especies, siendo seguido muy cercanamente por el mashonaste (*Clarisia racemosa*) al obtener una media de 0,30 cm; en caso de las especies con menor incremento se obtuvo al caimito (*Pouteria guianensis*) con una media de 0,09 para la variable en mención (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación de medias para el diámetro del tallo (cm) de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	Subc <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	Subc <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	Subc <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	0,23	f	0,46	de	0,25	abc
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	0,29	de	0,46	de	0,18	bcd
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0,25	ef	0,58	bcd	0,32	a
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	0,21	f	0,31	f	0,09	d
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	0,33	bcd	0,53	bcde	0,21	abcd
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,37	b	0,63	bc	0,26	abc
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,36	bc	0,67	b	0,30	ab
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	0,33	bcd	0,51	cde	0,18	bcd
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	0,32		0,55		0,23	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	0,30	cde	0,46	de	0,16	cd
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	0,32	bcd	0,46	de	0,15	cd
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	0,22	f	0,40	ef	0,18	bcd
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	0,62	a	0,84	a	0,22	abcd
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,34	bcd	0,47	de	0,13	cd

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

En los grupos de plantas que presentaban una edad de seis meses desde el establecimiento, los diámetros de los tallos de cada grupo funcional no presentaron diferencias estadísticas significativas, con el cual se rechaza la hipótesis correspondiente a que existía diferencias entre al menos un grupo funcional. Además, en la última medición realizada y analizando el incremento correspondiente durante el periodo de la investigación no se determinó diferencias estadísticas con esto, los grupos funcionales establecidos en dichos ambientes presentaron parecidos comportamiento (Cuadro 10).

Cuadro 10. ANVA para el diámetro del tallo de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	0,670	54	0,012	0,986	0,510 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	2,768	220	0,013		
	Total	3,438	274			
12	Grupos funcionales	2,089	54	0,039	1,111	0,296 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	7,205	207	0,035		
	Total	9,293	261			
Incremento	Grupos funcionales	0,932	54	0,017	1,000	0,483 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	3,571	207	0,017		
	Total	4,503	261			

FV: Fuente de variación.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.4. Porcentaje de copa

El porcentaje de copa de las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo desde su establecimiento reportaron diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mayor porcentaje de copa (Cuadro 11).

Al año y en caso del incremento respectivo de los seis meses de evaluación registraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 11).

Cuadro 11. ANVA para el porcentaje de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	13.449,291	13	1034,561	7,239	<0,001*
	Error aleatorio	34.012,538	238	142,910		
	Total	47.461,829	251			
12	Especies	17.128,873	13	1317,606	8,090	<0,001*
	Error aleatorio	37.620,534	231	162,859		
	Total	54.749,407	244			
Incremento	Especies	17.887,531	13	1375,964	5,203	<0,001*
	Error aleatorio	61.084,044	231	264,433		
	Total	78.971,575	244			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

A los seis meses de establecido se registró que casi todas las especies establecidas con fines de restauración reportaron mayores porcentajes de copa a excepción de la palta moena (*Nectandra amplifolia*) que obtuvo el menor promedio de dicha variable con tan solo un 31,30%, el cual repercute en que cerca de la tercera parte de la altura total solo abarcaba el largo de la copa de dicha especie (Cuadro 12).

Al final de la investigación se registró mayor porcentaje de copa en las 12 especies e inclusive en moena negra (*Ocotea marmellensis*) a pesar que no se pueda comparar estadísticamente debido a que solo se ha medido a un individuo y carece de variabilidad, en caso de la shiringa (*Hevea guianensis*) se muestra que resaltó en la variable mencionada debido a que obtuvo un valor de 18,69%, el cual fue estadísticamente inferior a las demás especies establecidas, ya que su copa solo representa menos del 20% de la altura total y es característico de esta especie debido a que a esa edad carece de ramificación alguna (Cuadro 12).

El incremento de la variable porcentaje de copa durante los seis meses que perduró el estudio se observa que las especies con mayores valores fueron la palta moena (*Nectandra amplifolia*) y la uvilla (*Pourouma bicolor*) quienes reportaron incrementos de 14,91% y 11,81% respectivamente, mientras que la especie shiringa (*Hevea guianensis*) registró una media aritmética de -25.66% debido a que hubo disminución de la proporción entre la altura de la copa y la altura total por parte de los individuos evaluados en el estudio (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de medias para el porcentaje de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	SubC <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	SubC <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	SubC <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	48,75	a	43,26	a	-5,49	abc
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	56,14	a	57,00	a	-0,78	ab
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	48,50	a	47,68	a	-1,53	ab
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	40,01	ab	42,19	a	1,06	ab
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	45,21	ab	44,55	a	-0,65	ab
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	53,04	a	52,27	a	-0,77	ab
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	45,31	ab	50,41	a	5,43	ab
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	55,10	a	49,40	a	-5,70	abc
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	44,44		72,00		27,56	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	31,30	b	46,21	a	14,91	a
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	52,26	a	56,61	a	3,60	ab
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	53,46	a	39,28	a	-14,19	bc
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	47,84	a	18,69	b	-25,66	c
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	43,46	ab	55,27	a	11,81	a

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.



A causa que se encontraba establecido las plantaciones en grupos funcionales, los valores del porcentaje de copa en los individuos de los grupos funcionales no presentaron diferencias estadísticas significativas, con el cual se acepta la hipótesis correspondiente a que no hubo diferencias entre cada grupo funcional. Además, en la última medición y en el incremento de dicha variable durante el periodo de la investigación no se registró significancia estadística para la variable en mención correspondiente a cada grupo funcional establecido en dicho medio en sucesión (Cuadro 13).

Cuadro 13. ANVA para el porcentaje de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	12.375,831	54	229,182	1,287	0,110 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	35.085,998	197	178,102		
	Total	47.461,829	251			
12	Grupos funcionales	12.123,328	54	224,506	1,001	0,483 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	42.626,079	190	224,348		
	Total	54.749,407	244			
Incremento	Grupos funcionales	15.282,645	54	283,012	0,844	0,765 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	63.688,930	190	335,205		
	Total	78.971,575	244			

FV: Fuente de variación.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.5. Grado de cobertura de copa

El grado de cobertura de copa de las especies plantadas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo de establecido reportaron diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mayor grado de cobertura (Cuadro 14).

Tanto al final del estudio y el incremento total de los seis meses de evaluación registraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 14).

Cuadro 14. ANVA para el grado de cobertura de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	1,345	13	0,103	7,239	<0,001*
	Error aleatorio	3,401	238	0,014		
	Total	4,746	251			
12	Especies	1,713	13	0,132	8,090	<0,001*
	Error aleatorio	3,762	231	0,016		
	Total	5,475	244			
Incremento	Especies	1,789	13	0,138	5,203	<0,001*
	Error aleatorio	6,108	231	0,026		
	Total	7,897	244			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

Pasado los seis meses de establecido, se registró que casi todas las especies instaladas con fines de restauración reportaron mayores grados de cobertura de copa a excepción de la palta moena (*Nectandra amplifolia*) que obtuvo el menor promedio de dicha variable con tan solo un 0,31, el cual repercute en que cerca de la tercera parte de la altura total solo abarcaba el largo de la copa de dicha especie (Cuadro 15).

A los 12 meses desde su establecimiento se registró mayor porcentaje de copa en las 12 especies e inclusive en moena negra (*Ocotea marmellensis*) a pesar que no se pueda comparar estadísticamente debido a que solo se ha medido a un individuo y carece de variabilidad, en caso de la shiringa (*Hevea guianensis*) se muestra que resaltó debido a que obtuvo un valor de 0,19, el cual fue estadísticamente inferior a las demás especies establecidas, ya que su longitud de copa de dicha planta pertenecía a 0,19 veces lo que mide la altura total y es característico de esta especie debido a que a esa edad no presentan ramificaciones y sus hojas están en constante cambio (Cuadro 15).

El incremento de la variable porcentaje de copa durante los seis meses que se ejecutó el estudio se observa que las especies con mejores valores fueron la palta moena (*Nectandra amplifolia*) y la uvilla (*Pourouma bicolor*) quienes reportaron incrementos de 0,15 y 0,12 respectivamente, mientras que la shiringa (*Hevea guianensis*) registró una media de -0.26 debido a que hubo disminución de la proporción entre la altura de la copa y la altura total por parte de los individuos evaluados dentro del estudio (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de medias para el grado de cobertura de copa de especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	SubC <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	SubC <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	SubC <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	0,49	a	0,43	a	-0,05	abc
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	0,56	a	0,57	a	-0,01	ab
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0,49	a	0,48	a	-0,02	ab
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	0,40	ab	0,42	a	0,01	ab
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	0,45	ab	0,45	a	-0,01	ab
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,53	a	0,52	a	-0,01	ab
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,45	ab	0,50	a	0,05	ab
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	0,55	a	0,49	a	-0,06	abc
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	0,44		0,72		0,28	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	0,31	b	0,46	a	0,15	a
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	0,52	a	0,57	a	0,04	ab
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	0,53	a	0,39	a	-0,14	bc
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	0,48	a	0,19	b	-0,26	c
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,43	ab	0,55	a	0,12	a

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Las plantas con una edad de seis meses de establecido que se encontraban en grupos funcionales, presentaron grados de coberturas de copa similares entre los grupos funcionales. De la misma manera, en la última medición realizada y analizando comportamiento correspondiente durante el periodo de la investigación no se registraron diferencias estadísticas significativas con la cual se acepta la hipótesis nula correspondiente a que el grado de cobertura de copa de los individuos correspondientes a los 55 grupos funcionales establecidos presentaron similar comportamiento (Cuadro 16).

Cuadro 16. ANVA para el grado de cobertura de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	1,238	54	0,023	1,287	0,110 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	3,509	197	0,018		
	Total	4,746	251			
12	Grupos funcionales	1,212	54	0,022	1,001	0,483 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	4,263	190	0,022		
	Total	5,475	244			
Incremento	Grupos funcionales	1,528	54	0,028	0,844	0,765 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	6,369	190	0,034		
	Total	7,897	244			

FV: Fuente de variación.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.6. Índice de copa

El índice de copa de las plantas establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo desde su establecimiento mostraron diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mayor índice de copa (Cuadro 17).

Al año y en caso del incremento respectivo de los seis meses de evaluación registraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 17).

Cuadro 17. ANVA para el índice de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	5,475	13	0,421	8,325	<0,001*
	Error aleatorio	11,938	236	0,051		
	Total	17,413	249			
12	Especies	4,262	13	0,328	2,483	0,003*
	Error aleatorio	30,632	232	0,132		
	Total	34,894	245			
Incremento	Especies	8,695	13	0,669	3,872	<0,001*
	Error aleatorio	40,071	232	0,173		
	Total	48,766	245			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

A los seis meses de establecido se registró que la especie con mayor índice de copa fue la shiringa (*Hevea guianensis*) por registrar una media de 1,04, el cual fue estadísticamente superior a las demás especies, siendo seguido por mashonaste (*Clarisia racemosa*) por reportar una media de 0,80; en caso de las especies con menor índice de copa se obtuvieron al añallo caspi (*Cordia alliodora*) con 0,45, caraña (*Trattinnickia aspera*) con 0,41, moena amarilla (*Aniba puchury-minor* (Mart.) Mez) con 0,41, shaina (*Colubrina glandulosa*) con 0,48 y la uvilla (*Pourouma bicolor*) con 0,40, los cuales son característicos de las especies vegetales con mayor ancho de copa y poca longitud de copa (Cuadro 18).

Al año de establecido, se registró mayor índice de copa en el azufre caspi (*Symphonia globulifera*) por obtener una media de dicho índice correspondiente a 0,84, el cual fue estadísticamente superior a las demás especies establecidas; en caso de las plantas con menores índices se reportan a las 12 especies e inclusive a la moena negra (*Ocotea marmellensis*) a pesar de la carencia de variabilidad (Cuadro 18).

Al analizar el incremento de la variable en mención durante los seis meses que perduró el estudio, se reportó que la especie establecida con mayor variación de los valores fue la shiringa (*Hevea guianensis*) por obtener una media aritmética de -0,63, el cual fue estadísticamente diferente a todas las demás especies forestales; en caso de las demás especies establecidas, las variaciones fueron similares a pesar que en algunos casos se observó ligeros incrementos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias para el índice de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	SubC <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	SubC <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	SubC <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	0,45	c	0,37	b	-0,08	a
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	0,52	bc	0,84	a	0,32	a
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0,60	bc	0,73	b	0,11	a
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	0,52	bc	0,55	b	0,03	a
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	0,41	c	0,40	b	-0,01	a
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,67	bc	0,71	b	0,04	a
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,80	ab	0,76	b	-0,04	a
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	0,41	c	0,42	b	-0,01	a
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	0,22		0,41		0,20	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	0,56	bc	0,79	b	0,23	a
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	0,58	bc	0,78	b	0,19	a
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	0,48	c	0,47	b	-0,01	a
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	1,04	a	0,41	b	-0,63	b
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,40	c	0,56	b	0,17	a

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.



En el cálculo del índice de copa para las plantas en grupos funcionales con edades de seis meses desde su establecimiento no presentaron diferencias estadísticas significativas, aceptando la hipótesis correspondiente a que no hubo diferencias de cada grupo funcional respecto a la variable mencionada. En caso de la última medición se registró significancia estadística, pero en caso de analizar su comportamiento en el periodo de la investigación no se registró significancia estadística para la variable mencionada en cada grupo funcional (Cuadro 19).

Cuadro 19. ANVA para el índice de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	3,601	54	0,067	0,941	0,593 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	13,812	195	0,071		
	Total	17,413	249			
12	Grupos funcionales	11,311	54	0,209	1,696	0,005*
	Error aleatorio	23,583	191	0,123		
	Total	34,894	245			
Incremento	Grupos funcionales	12,230	54	0,226	1,184	0,204 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	36,536	191	0,191		
	Total	48,766	245			

\*: Existen diferencias estadísticas significativas.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.7. Forma de copa

En caso de la forma de copa de las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo desde su establecimiento reportaron diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mayor forma de copa (Cuadro 20).

Al año y el incremento respectivo de los seis meses de evaluación reportaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 20).

Cuadro 20. ANVA para la forma de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	53,320	13	4,102	3,579	<0,001*
	Error aleatorio	270,460	236	1,146		
	Total	323,780	249			
12	Especies	327,118	13	25,163	1,972	0,024*
	Error aleatorio	2.960,833	232	12,762		
	Total	3.287,951	245			
Incremento	Especies	399,252	13	30,712	2,223	0,009*
	Error aleatorio	3.205,695	232	13,818		
	Total	3.604,946	245			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

Pasado los seis meses de establecido se registró mayores valores en la forma de copa en la uvilla (*Pourouma bicolor*) que registró una media de 3,80 y muy cercano a este valor se encontró a la caraña (*Trattinnickia aspera*) con una media de 3,05, los cuales fueron estadísticamente las especies con mayor ancho de copa, mientras que en caso de la especies con copas más alargadas y delgadas estuvieron representadas por la shiringa (*Hevea guianensis*) con 1,11 y el mashonaste (*Clarisia racemosa*) con 1,21 (Cuadro 21).

Al año de establecido las especies con fines de restauración, se registró mayores promedios de la forma de copa en las especies añallo caspi (*Cordia alliodora*) con 2,83, bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) con 2,95, caraña (*Trattinnickia aspera*) con 2,60, moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) con 2,66, shaina (*Colubrina glandulosa*) con 4,98 y la shiringa (*Hevea guianensis*) con 6,57; mientras que en caso de las especies con menores promedios se encuentran al lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) con 1,69, mashonaste (*Clarisia racemosa*) con 1,47, palta moena (*Nectandra amplifolia*) con 1,45 y la especie puma quiro (*Aspidosperma macrocarpon*) con una media de 1,53 (Cuadro 21).

En el incremento de la forma de copa durante los seis meses que perduró el presente estudio, se observa que la especie con mayor valor fue la shiringa (*Hevea guianensis*) quien reportó una media aritmética de 5,46, dicho de otra manera, en esta especie se incrementó en mayor medida el ancho de copa (Cuadro 21).

Cuadro 21. Comparación de medias para la forma de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	SubC <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	SubC <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	SubC <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	2,44	abcd	2,83	a	0,38	b
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	2,07	bcd	1,89	ab	-0,10	b
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1,85	bcd	2,95	a	1,12	ab
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	1,71	bcd	2,11	ab	0,41	b
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	3,05	ab	2,60	a	-0,45	b
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	1,66	bcd	1,69	b	0,03	b
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	1,21	cd	1,47	b	0,21	b
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	2,66	abc	2,66	a	0,08	b
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	4,63		2,42		-2,21	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	1,95	bcd	1,45	b	-0,51	b
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	1,80	bcd	1,53	b	-0,25	b
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	2,10	bcd	4,98	a	2,88	ab
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	1,11	d	6,57	a	5,46	a
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	3,80	a	1,92	ab	-1,88	b

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Debido a que se encontraba establecido las plantaciones en grupos funcionales, los valores de la forma de copa en los individuos de los grupos funcionales no presentaron diferencias estadísticas significativas, con el cual se acepta la hipótesis nula correspondiente a que no hubo diferencias entre cada grupo funcional. Además, en la última medición y en el incremento de dicha variable durante el periodo de la investigación no se registró significancia estadística para la forma de copa correspondiente a cada grupo funcional establecido en dicho medio en sucesión (Cuadro 22).

Cuadro 22. ANVA para la forma de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	71,253	54	1,319	1,019	0,449 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	252,527	195	1,295		
	Total	323,780	249			
12	Grupos funcionales	605,934	54	11,221	0,799	0,832 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	2.682,017	191	14,042		
	Total	3.287,951	245			
Incremento	Grupos funcionales	652,494	54	12,083	0,782	0,856 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	2.952,452	191	15,458		
	Total	3.604,946	245			

FV: Fuente de variación.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.8. Índice de espacio vital

El índice de espacio vital de las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo de establecido reportan diferencias estadísticas significativas ya que al menos una de las especies presentó mejor relación del diámetro de copa con el Dap (Cuadro 23).

Tanto a los 12 meses y el incremento respectivo de los seis meses de evaluación se muestra diferencias estadísticas significativas (Cuadro 23).

Cuadro 23. ANVA para el índice de espacio vital de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	12.865,312	13	989,639	5,546	<0,001*
	Error aleatorio	42.108,571	236	178,426		
	Total	54.973,883	249			
12	Especies	10.167,812	13	782,139	3,940	<0,001*
	Error aleatorio	46.051,792	232	198,499		
	Total	56.219,605	245			
Incremento	Especies	9.134,491	13	702,653	2,035	0,019*
	Error aleatorio	80.112,766	232	345,314		
	Total	89.247,257	245			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

Posterior a los seis meses de establecido se registró que las especies establecidas con fines de restauración que reportó mayor índice de espacio vital fue la shaina (*Colubrina glandulosa*) con un valor de 75,57, el cual determina que el diámetro de la copa en la especie mencionada corresponde a 75 veces la dimensión del diámetro del tallo, siendo seguido muy cercanamente las especies bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) con 68,45 y la caraña (*Trattinnickia aspera*) que obtuvo 69,07 de dicho índice; en caso de la especie con menor valor se reportó para la uvilla (*Pourouma bicolor*) con una media de 42,75 (Cuadro 24).

Pasado los 12 meses desde el establecimiento, se registró mayor índice de espacio vital en el añallo caspi (*Cordia alliodora*) con una media de 73,46, siendo seguido cercanamente por la shaina (*Colubrina glandulosa*) con un índice de 67,14, en caso de las especies con menores valores de dicha variable se le encuentra a la moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) el cual reportó que el diámetro de copa representa el 43,05 veces de lo que mide el diámetro del tallo (Cuadro 24).

Analizando el incremento de la variable índice de espacio vital durante los seis meses que perduró el estudio se observa que las especies con mayores valores fueron en su mayoría cerca a la totalidad de las especies establecidas a excepción de las especies bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), mashonaste (*Clarisia racemosa*) y la shaina (*Colubrina glandulosa*) que presentaron medias negativo cuyos valores fueron -13,60, -8,35 y -8,43 respectivamente (Cuadro 24).

Cuadro 24. Comparación de medias para el índice de espacio vital de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	Subc <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	Subc <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	Subc <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	60,61	abcd	73,46	a	12,85	a
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	48,46	cd	44,80	cd	-5,49	a
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	68,45	ab	54,69	abcd	-13,60	b
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	50,98	bcd	47,59	bcd	-3,37	a
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	69,07	ab	62,23	abcd	-6,84	a
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	64,90	abc	64,02	abc	-0,89	a
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	63,15	abc	54,79	abcd	-8,35	ab
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	48,61	cd	43,05	d	-4,03	a
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	57,63		79,23		21,60	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	54,93	bcd	60,00	abcd	5,07	a
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	54,00	bcd	56,16	abcd	0,60	a
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	75,57	a	67,14	ab	-8,43	ab
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	53,60	bcd	56,29	abcd	2,69	a
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	42,75	d	51,51	bcd	8,75	a

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.



Las plantas que con edades de seis y 12 meses que se encontraban establecidas en grupos funcionales, presentaron índices de espacios vitales con la carencia de diferencias estadísticas, con el cual se acepta la hipótesis correspondiente a que no hubo diferencias entre cada grupo funcional. De manera contraria, en el incremento de dicha variable durante el periodo de investigación, hubo significancia estadística correspondiente a que al menos un grupo funcional establecido en dicho medio en sucesión presentaba diferencia respecto a los demás grupos (Cuadro 25).

Cuadro 25. ANVA para el índice de espacio vital de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	14.744,481	54	273,046	1,324	0,087 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	40.229,402	195	206,305		
	Total	54.973,883	249			
12	Grupos funcionales	11.920,234	54	220,745	0,952	0,573 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	44.299,371	191	231,934		
	Total	56.219,605	245			
Incremento	Grupos funcionales	25.799,721	54	477,773	1,438	0,039*
	Error aleatorio	63.447,536	191	332,186		
	Total	89.247,257	245			

\*: Existen diferencias estadísticas significativas.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.9. Manto de copa

El manto de copa de las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo de establecido reportan diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mejor manto de copa (Cuadro 26).

En caso de los 12 meses y el incremento respectivo durante la evaluación registró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 26).

Cuadro 26. ANVA para el manto de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	14,043	13	1,080	34,054	<0,001*
	Error aleatorio	7,486	236	0,032		
	Total	21,529	249			
12	Especies	6,803	13	0,523	10,729	<0,001*
	Error aleatorio	11,317	232	0,049		
	Total	18,120	245			
Incremento	Especies	2,200	13	,169	2,964	<0,001*
	Error aleatorio	13,246	232	,057		
	Total	15,446	245			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

Pasado los seis meses desde su establecimiento se registró que la especie establecida con fines de restauración que registró mayor manto de copa fue la moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) por alcanzar una media de 1,41, el cual representa que el diámetro de copa de esta especie es 1,41 veces más que su altura total debido a la aparición de las primeras ramas, siendo ligeramente inferior dicho valor en la caraña (*Trattinnickia aspera*) con una media de 1,22; en caso de los menores valores de dicha variable, fue representado por la palta moena (*Nectandra amplifolia*) con 0,57 y la shiringa (*Hevea guianensis*) con 0,51, los cuales señalan que la altura total es cerca al doble del diámetro de copa (Cuadro 27).

Al año de su establecimiento, se registró que hubo dos especies con copas anchas, siendo el caso del añallo caspi (*Cordia alliodora*) y la moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) con medias de 1,21 y 1,24 respectivamente, con el cual se resalta que las copas de las plantas fueron casi una cuarta parte más que la altura total; en caso de las plantas con menor diámetro de copa que la altura total, se reportan a la palta moena (*Nectandra amplifolia*) y la shiringa (*Hevea guianensis*) con valores promedios de 1,24 y 0,60 respectivamente (Cuadro 27).

El incremento del manto de copa durante los seis meses que perduró el estudio se observa que las especies con más crecimientos de alturas en comparación al diámetro de copa fueron el azufre caspi (*Symphonia globulifera*), la shaina (*Colubrina glandulosa*) y la uvilla (*Pourouma bicolor*) con disminución del manto de copa (Cuadro 27).

Cuadro 27. Comparación de medias para el manto de copa de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	Subc <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	Subc <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	Subc <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	1,11	bc	1,21	a	0,10	a
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	1,13	bc	0,98	abc	-0,15	b
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0,85	d	0,72	cd	-0,13	a
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	0,83	d	0,86	bcd	0,03	a
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	1,22	ab	1,10	ab	-0,12	a
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	0,80	de	0,83	bcd	0,03	a
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	0,60	ef	0,70	cd	0,10	a
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	1,41	a	1,24	a	-0,13	a
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	2,06		1,74		-0,32	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	0,57	f	0,63	d	0,06	a
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	0,92	cd	0,82	bcd	-0,10	a
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	1,13	bc	0,98	abc	-0,15	b
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	0,51	f	0,60	d	0,09	a
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	1,18	b	1,04	ab	-0,14	b

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.

Debido a que se encontraba establecido la plantación en grupos funcionales, los valores del manto de copa en los individuos de los grupos funcionales con seis meses de edad no presentaron diferencias estadísticas significativas, aceptando la hipótesis correspondiente a que no hubo diferencias entre cada grupo funcional. Además, en la última medición se reporta diferencias estadísticas pero en caso del comportamiento de dicha variable durante el periodo de la investigación no se registró significancia estadística entre grupos funcionales (Cuadro 28).

Cuadro 28. ANVA para el manto de copa de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	5,583	54	0,103	1,264	0,127 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	15,946	195	0,082		
	Total	21,529	249			
12	Grupos funcionales	5,492	54	0,102	1,538	0,018*
	Error aleatorio	12,628	191	0,066		
	Total	18,120	245			
Incremento	Grupos funcionales	4,387	54	0,081	1,403	0,051 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	11,059	191	0,058		
	Total	15,446	245			

\*: Existen diferencias estadísticas significativas.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.1.10. Esbeltez

La esbeltez de las especies establecidas con fines de restauración a los seis meses de edad considerando el tiempo desde su establecimiento reportaron diferencias estadísticas significativas debido a que al menos una de las especies presentó mejor esbeltez o robustez (Cuadro 29).

Al año y en caso del incremento respectivo de los seis meses de evaluación presentaron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 29).

Cuadro 29. ANVA para la esbeltez de las especies establecidas con fines de restauración.

Tiempo (mes)	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Especies	159.962,237	13	12.304,787	34,215	<0,001*
	Error aleatorio	93.864,241	261	359,633		
	Total	253.826,478	274			
12	Especies	76.985,673	13	5.921,975	14,105	<0,001*
	Error aleatorio	104.124,213	248	419,856		
	Total	181.109,886	261			
Incremento	Especies	44.174,189	13	3.398,015	5,743	<0,001*
	Error aleatorio	146.728,050	248	591,645		
	Total	190.902,239	261			

\*: Existe diferencias estadísticas significativas.

A los seis meses de establecido se registró que las especies mashonaste (*Clarisia racemosa*) y la shiringa (*Hevea guianensis*) reportaron mayores valores del índice de esbeltez con medias de 108,91 y 111,25 respectivamente, que fueron estadísticamente superior a las demás especies, siendo el caso de la moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) que registró un valor de 34,98, el cual radica en que fue la especie más robusta y no presentó mucho alargamiento (Cuadro 30).

Al año de establecido, las especies más alargadas estuvieron representados por la shiringa (*Hevea guianensis* Aubl.) y la palta moena (*Nectandra amplifolia* Rusby) con medias de 101,07 y 97,71 respectivamente, característica de la especies debido a que se encuentran en competencia con la vegetación existente en los alrededores, mientras que en caso de las especies con mayor porte diamétrica de sus tallos se encontraban la uvilla (*Pourouma bicolor*) y la moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) con medias de 49,96 y 35,75 respectivamente (Cuadro 30).

Las disminuciones de la robustez en las plantas establecidas fueron notorias en las especies como añallo caspi (*Cordia alliodora*), el azufre caspi (*Symphonia globulifera*), el puma quiro (*Aspidosperma macrocarpon*), la shaina (*Colubrina glandulosa*) y la uvilla (*Pourouma bicolor*) por incrementar su valor de la esbeltez, esto indica que dichas especies elongaron mucho más sus alturas totales y poco o nulo sus diámetros de sus tallo, mientras que en la especie mashonaste (*Clarisia racemosa*) se registró mejoría de su índice de robustez (Cuadro 30).

Cuadro 30. Comparación de medias para la esbeltez de las especies establecidas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Media <sub>6</sub>	Subc <sub>6</sub>	Media <sub>12</sub>	Subc <sub>12</sub>	Media <sub>Inc</sub>	Subc <sub>Inc</sub>
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	42,15	def	62,77	cd	8,05	a
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	42,59	def	56,33	cde	12,41	a
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	80,36	bc	78,28	abc	-3,45	ab
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	64,00	cd	56,27	cde	-7,70	ab
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i> (Standl.) Swart	57,67	de	56,36	cde	-1,32	ab
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	81,57	bc	79,73	abc	-1,84	ab
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	108,91	a	80,35	abc	-28,96	b
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i> (Mart.) Mez	34,98	f	35,75	e	0,77	ab
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i> Mez	28,04		45,54		17,50	
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	97,25	ab	97,71	ab	0,46	ab
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	59,16	de	73,80	bcd	13,01	a
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	42,62	def	62,22	cd	15,25	a
Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	111,25	a	101,07	a	-10,18	ab
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	37,26	ef	49,96	de	12,71	a

Subc.: Subconjunto; Letras diferentes demuestran significancia estadística.



Los individuos con una edad de seis meses desde su establecimiento y comparadas entre grupos funcionales, reportaron que el índice de esbeltez presentaron diferencias estadísticas significativas, el cual resalta que al menos uno de los grupos funcionales reportó mayor valor. En caso de la última medición no encontró diferencias estadísticas significativas, pero al analizar el comportamiento por intermedio del incremento de dicha variable durante el periodo de la investigación se reporta que al menos uno de los grupos fue diferente a los demás (Cuadro 31).

Cuadro 31. ANVA para la esbeltez de las especies establecidas por grupos funcionales con fines de restauración.

Mes	FV	SC	GL	CM	Fc	p-valor
6	Grupos funcionales	70.984,577	54	1.314,529	1,582	0,012*
	Error aleatorio	182.841,901	220	831,100		
	Total	253.826,478	274			
12	Grupos funcionales	45.482,753	54	842,273	1,286	0,109 <sup>ns</sup>
	Error aleatorio	135.627,134	207	655,204		
	Total	181.109,886	261			
Incremento	Grupos funcionales	54.802,932	54	1.014,869	1,544	0,017*
	Error aleatorio	136.099,307	207	657,485		
	Total	190.902,239	261			

\*: Existen diferencias estadísticas significativas.

ns: No existen diferencias estadísticas significativas.

#### 4.2. Incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica áreas intervenidas

A los seis meses de haberse establecido se encontró una planta de azufre caspi (*Symphonia globulifera*) y una planta de bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) con signos de ataque de grillos y larvas de mariposa respectivamente; mientras que en caso de los 12 meses posteriores al establecimiento se observó el ataque pulgones de en las lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*), palta moena (*Nectandra amplifolia*) y presencia de hojas enrolladas por arañas en la shiringa (*Hevea guianensis*), siendo mayor el ataque en azufre caspi y bolaina negra con cuatro y tres individuos respectivamente (Cuadro 32).

Cuadro 32. Daño ocasionado e insectos en las plantas establecidas con fines de restauración.

Especie	Nombre Científico	Daño por insectos
		Hormiga (Hymenoptera)
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Hoja perforada (Hymenoptera)
		Hoja perforada (Orthoptera)
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Hoja perforada (Lepidóptero)
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Pulgones (Hemíptera)
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i> Rusby	Pulgones (Hemíptera)

Shiringa	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Hoja doblada (Araneae)
----------	-------------------------------	------------------------

#### 4.3. Mortalidad de plantas de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas

La mayor mortalidad en el periodo de estudio fueron las especies añallo caspi (*Cordia alliodora*), shaina (*Colubrina glandulosa*) y bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) con valores de 60,0%, 20,0% y 15,8% respectivamente, mientras que las demás especies alcanzaron menores valores (Cuadro 33).

Cuadro 33. Mortalidad de plantas utilizadas con fines de restauración.

Nombre común	Nombre científico	Inicio	Final	Mortalidad (%)
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i>	5	2	60,0
Azufre caspi	<i>Symphonia globulifera</i>	16	15	6,3
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i>	38	32	15,8
Caimito	<i>Pouteria guianensis</i>	45	44	2,2
Caraña	<i>Trattinnickia aspera</i>	2	2	0,0
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	26	26	0,0
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	46	45	2,2
Moena amarilla	<i>Aniba puchury-minor</i>	14	14	0,0
Moena negra	<i>Ocotea marmellensis</i>	1	1	0,0
Palta moena	<i>Nectandra amplifolia</i>	31	31	0,0
Puma quiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	25	25	0,0
Shaina	<i>Colubrina glandulosa</i>	5	4	20,0

---

Shiringa	<i>Hevea guianensis</i>	19	19	0,0
Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i>	2	2	0,0

---

---

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Parámetros morfométricos de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas

Hubo variabilidad del crecimiento en la altura debido a factores como la densidad básica de su madera en las especies como lo reportan Vásquez-Valderrama y Solorza-Bejarano (2018), esta variable contribuyó en que las especies puedan crecer con mayor o menor rapidez, dentro de ello se le puede citar al caimito (*Pouteria guianensis*) que no reportó mucho en el incremento de la altura total.

Otro de los factores que perjudicó al rápido crecimiento es la competencia por los nutrientes en el suelo debido al pH que presentaba el suelo fue de 4,5 (extremadamente ácido), ya que algunas especies establecidas presentan poco sistema radicular como es el caso del caimito, al respecto Paz *et al.* (2015) señalan que en zonas despobladas y alteradas de sucesión secundaria (sitios donde una perturbación como un incendio, una inundación, o la actividad humana, alteró el ecosistema y con el tiempo brotó nueva vegetación) observaron que las especies vegetales presentan raíces profundas lo cual atribuye a que la especie establecida necesite más tiempo en

poder adaptarse y competir con las otras especies que se encuentran en constante crecimiento.

La *Colubrina glandulosa* presentó crecimiento intermedio del diámetro de copa debido a que se encontraba en constante competencia, a pesar de ello Ríos y Domínguez (2007) fortalecen la elección de establecer esta especie en medios perturbados ya que lo describen como una especie de crecimiento rápido en su fase inicial, propia de bosques secundarios y posee madera semi-dura.

La especie con mayor incremento del diámetro de copa fue *Cordia alliodora*, mientras que en caso de *Hevea guianensis* se reportó mayor tamaño general del diámetro de copa, esto es un atributo favorable para la adaptación de dichas especies, ya que en caso de Castellanos-Castro y Bonilla (2011), las especies que conformaron grupos funcionales establecidas en bordes de pastizales presentaban entre uno de sus atributos importantes la ramificación basal del tallo con el cual incrementaban su diámetro de copa y favorecían a su crecimiento el cual representa una estrategia clave en la colonización. A esto, Bandeira (2002) añade que, se observa un aumento de la cobertura vegetal posiblemente a consecuencia de los árboles con mayor altura y que otorgan sombra a las otras especies de menor porte.

Las especies con mejor incremento de la variable diámetro del tallo durante los seis meses que perduró el estudio fueron la bolaina negra

(*Guazuma ulmifolia*) y el mashonaste (*Clarisia racemosa*), esto puede atribuirse a las características del sistema radicular, ya que autores como Paz *et al.* (2015) indican que cuando las raíces de las plantas se encuentran más superficiales, tienden a presentarse más gruesas y a tener un tallo más grueso.

Se registró el índice de copa en las especies como añallo caspi (*Cordia alliodora*) con 0,45, caraña (*Trattinnickia aspera*) con 0,41, moena amarilla (*Aniba puchury-minor*) con 0,41, shaina (*Colubrina glandulosa*) con 0,48 y la uvilla (*Pourouma bicolor*) con 0,40, característica de las plantas con mayor ancho de copa y poca longitud de copa debido posiblemente a que se encuentran en competencia por las radiaciones solares y las plantas buscan en mayor medida presentar copas muy anchas, como es el caso del mashonaste, ya que para Reynel *et al.* (2003) es una especie esciófita, presente en zonas de bosque primario, en suelos arcillosos a limosos con tendencia ácida, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a alta. En caso de la forma de copa se reportó a *G. ulmifolia* presentó uno de los más grandes promedios, al respecto, Silvoenergía (1986) resalta que esta especie se caracteriza por presentar copa redonda y extendida, además de crecer bien en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24 °C.

La especie que predominó en el incremento del diámetro de copa fue el añallo caspi (*Cordia alliodora*) esto ocurrió debido a que presento de manera indirecta una mayor cantidad de hojas grandes, lo cual para Camargo

(2014) cuando se estudian grupos funcionales se debe tener en consideración rasgos de la hoja como de los tallos en las plantas.

No se logró encontrar diferencias estadísticas significativas entre los grupos funcionales establecidos debido a que para tomar esta decisión se tiene que esperar a que la especie logre reproducirse, es por esto que Cano-Arboleda *et al.* (2015) analizaron la vegetación de bosques y arbustales para seleccionar especies claves que se recomendarían instalar para la restauración considerando 9 rasgos funcionales (estructurales, foliares y reproductivos), a esto, Gómez y Vargas (2011) añaden la altura, área específica foliar, tamaño y peso de las semillas, tipo de dispersión y estrategia de regeneración. Otro aspecto de la ausencia de significancia, pudo atribuirse a que todas las especies pudieran pertenecer a un solo grupo funcional, pero con gran plasticidad (Montenegro y Vargas 2011).

Además, no se reporta diferencias estadísticas significativas entre los grupos funcionales establecidos debido a que los individuos se encuentran en un proceso de adaptación, ya que Bandeira *et al.* (2005) señala que existe alta heterogeneidad florística en suelos que contenían café debido a que esta variabilidad se origina por una combinación de variables como son el manejo agrícola, la cobertura original y el estado de desarrollo de los cafetales.

Se utilizó 14 especies forestales para establecer 55 grupos funcionales, a pesar de esto no se encontró los efectos entre grupos funcionales debido a que se tiene que considerar mayor cantidad de especies,



ya que Cruz (2004) al muestrear en 20 plantaciones de cafetales encontró 67 especies que eran utilizadas como sombra y se debe otorgar mayor relevancia para la restauración de estas áreas a las especies que se encuentran predominando ya que estos se encuentran en cierta medida mucho más adaptadas.

## **5.2. Incidencia de plagas en las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica áreas intervenidas**

La presencia de insectos que perjudicaron en las hojas de las plantas establecidas fueron muy pocas, a pesar de esto se tiene que tener en cuenta en las actividades de restauración ya que puede ser que se haya establecido una especie muy propensa al ataque de plagas, aunque esto no lo reportan Dezzotti *et al.* (2003) y Promis *et al.* (2010) ya que dan prioridad a que las principales variables que influyen sobre el establecimiento y crecimiento de los renovales son la disponibilidad de luz y humedad en el suelo, y la intervención silvicultural influye sobre estas variables debido principalmente a los cambios en la cobertura del dosel.

Debido a que las especies fueron introducidas a un medio donde existía sombra e iniciaron a adaptarse, en algunos casos no se logró con rapidez siendo el caso del azufre casi (*Symphonia globulifera*) debido a que se observó ataque de insectos, esto es corroborado por los autores Smekens y

Van Tienderen (2001), quienes señalan que las especies vegetales logran modificaciones morfológicas y fisiológicas generadas por los cambios en su ambiente natural, esto se traduce en tolerar también a los insectos y enfermedades.

### **5.3. Mortalidad de plantas de las especies forestales establecidas a través de grupos funcionales con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas**

La tasa de mortalidad de las especies añallo caspi (*Cordia alliodora*), shaina (*Colubrina glandulosa*) y bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) con valores de 60,0%, 20,0% y 15,8% respectivamente se pudieron atribuir a la competencia existente por luz de las especies en estudio con la vegetación existente, ya que no pudieron adaptarse lo suficiente, esto es corroborado por Shischenko y Capote (1976) y Odum (1972) quienes reportan que el contenido de clorofila y caroteno en las hojas aumenta con la disminución de la luz, lo que se interpreta como una posible evidencia de la adaptación del aparato fotosintético de las plantas al régimen de sombra.

La mortalidad de las plantas pudo ocurrir debido a la competencia por la luz en el medio establecido, esto debido a que algunas especies no se adaptaron con rapidez al medio donde se estableció, al respecto, en claros de bosques Sola *et al.* (2015) encontraron que de tres especies consideradas en un estudio solo hubo mayor cantidad de regeneración en una especie debido a que fue más tolerable a la sombra en comparación a las demás especies que

perecieron a causa de un sombreamiento muy rápido y excesivo; esto ocurre en algunas especies que no se adaptaron a tolerar los factores adversos a que fueron expuestas (Granados *et al.* 1998) como es el caso de la competencia por luz por los individuos vegetales que se encontraban en los costados de los grupos funcionales.

## VI. CONCLUSIONES

1. Las especies forestales establecidas con fines de restauración ecológica en áreas intervenidas que presentaron mayores parámetros morfométricos fueron la shiringa (*Hevea guianensis*), el mashonaste (*Clarisia racemosa*), lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) y la palta moena (*Nectandra amplifolia*).
2. Solo se observó poca presencia de plantas con daños ocasionados por larvas de lepidópteros, ortópteros, himenópteros (hormiga cortadora), araneae y los hemípteros entre las especies forestales se encuentran el azufre caspi (*Symphonia globulifera*), la bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), el lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*), la palta moena (*Nectandra amplifolia*) y la shiringa (*Hevea guianensis*).
3. Mayor mortalidad se reportó en las especies añallo caspi (*Cordia alliodora*), shaina (*Colubrina glandulosa*) y bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*), mientras que las demás especies alcanzaron menores y/o nulos valores de plantas muertas.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Continuar la evaluación y considerar el estudio de otros factores como la fertilización inicial para otorgarle mayor velocidad de crecimiento debido a que en dicho medio se encuentran muchas especies vegetales y existe una competencia continua por espacio y nutrientes.
2. Realizar estudio de restauración donde se considere mayor tiempo de evaluación mediante estudios articulados que se pudiera lograr mediante la ejecución de tesis consecutivas y que se pueda obtener un paquete tecnológico que pueda ser replicable en otros medios donde se realizaba cultivos de café u otras especies agrícolas.
3. Realizar estudios similares considerando grupos de especies catalogados como heliófitas y esciófitas con la finalidad de observar su comportamiento como medio de restauración en diferentes condiciones y cultivos diferentes para poder lograr una adecuada y rentable recuperación de áreas intervenidas.
4. En estudios sobre grupos funcionales se debe incluir rasgos correspondientes a las hojas y los tallos de las plantas, debido a que son resultados más certeros en estos tipos de estudio.

## VIII. ABSTRACT

On property located on the San Juan homestead, in the San Martin region, the study was done, the objective of which was to evaluate the behavior of the forest species in functional groups with the goal of ecological restoration, established on an abandoned coffee farm; the plant species were: *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham., *Symphonia globulifera* L. f., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Pouteria guianensis* Aubl., *Trattinnickia aspera* (Standl.) Swart, *Calophyllum brasiliense* Cambess., *Clarisia racemosa* Ruiz & Pav., *Aniba puchury-minor* (Mart.) Mez, *Ocotea marmellensis* Mez and *Nectandra amplifolia* Rusby, distributed using Anderson's spaced grouping technique, of which the morphometric characteristics were measured at six and twelve months after their establishment, submitted to the variance analysis and the Duncan means comparison. The species *Hevea guianensis*, *C. racemosa*, *C. brasiliense* and *N. amplifolia* presented the greatest morphometric characteristics (total height, crown width, stalk diameter, degree of crown coverage, crown shape, crown surface area and slenderness), but with the absence of different statistics among the established groups; moreover, there was greater mortality in *C. alliodora*. It is concluded that *H. guianensis*, *C. racemosa*, *C. brasiliense* and *N. amplifolia* present a potential to be utilized in restoration.

**Keywords:** restoration, competency, morphometrics, pests, mortality

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, ML. 1953. Plantación en Grupos Espaciados (en línea). Unasyuva. 7(2):1-14. Consultado 23 may. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/x5367s/x5367s04.htm#plantaci%C3%B3n%20en%20grupos%20espaciados>.
- Arias, D. 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Kurú: Revista Forestal. 2(5):1-13.
- Aronson, J; Alexander, S. 2013. Ecosystem restoration in now a global priority: time to roll up our sleeves. Restoration Ecology. 21:293-296.
- Bandeira, FP. 2002. Análisis de factores que afectan el establecimiento y la estructura florística de los cafetales rústicos en dos áreas del suroeste de México. Tesis Dr. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 126 p.
- Bandeira, FP; Martorell, C; Meave, J; Caballero, J. 2005. The role of rustic coffee plantation in the conservation of wild tree diversity in the Chinanteca region of Mexico. Biodiversity and Conservation. 14:1225-1240.
- Barrance, A; Beer, J; Boshier, DH; Chamberlain, J; Cordero, J; Detlefsen, G; *et al.* 2003. Árboles de Centroamérica. Manual del extensionista (en línea). Costa Rica, OFI/CATIE. 1060 p. Consultado 17 jun. 2019. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=q-0NAQAAIAAJ&pg=PA428&lpg=>

PA428&dq=%C3%81rbol+de+dosel+del+bosque+h%C3%BAmedo+tropical,+desde+el+nivel+del+mar+hasta+1700+msnm,+con+precipitaciones+desde+1350+hasta+4000+mm+y+temperaturas+medias+anuales+de+20-28%C2%B0C.&source=bl&ots=Etj\_jcegcB&sig=ACfU3U24ywFn3vyIu0vrpJ6LpYO7AqW-YQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwibpd2N\_f7nAhWVH7kGHWIpDMEQ6AEwAHoECAwQAQ#v=onepage&q=%C3%81rbol%20de%20dosel%20del%20bosque%20h%C3%BAmedo%20tropical%2C%20desde%20el%20nivel%20del%20mar%20hasta%201700%20msnm%2C%20con%20precipitaciones%20desde%201350%20hasta%204000%20mm%20y%20temperaturas%20medias%20anuales%20de%2020-28%C2%B0C.&f=false

- Barik, S; Tripathi, R; Pandey, H; Rao, P. 1996. Tree regeneration in a subtropical humid forest: effect of cultural disturbance on seed production, dispersal and germination. *Journal of Applied Ecology* 33:1551-1560.
- Barrera-Cataño, J; Valdés-López, C. 2007. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*. 12(2):11-24.
- Basurto, F. 1982. Huertos familiares en dos comunidades nahuas de la Sierra Norte de Puebla: Yancuictlalpan y Cuauhtapanaloyan. Tesis, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F. 140 p.
- Bazzaz, FA; Morse, SR. 1991. The Response of Annual Plants to Multiple Stresses. En Winnert W, Pell E, Mooney HA, editores. *The Response of Plants to Multiple Stresses*. San Diego (California). p. 283-299.



- Benayas, R; Newton, A; Diaz, A; Bullock, J. 2009. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*. 325(5944):1121-1124.
- Bennett, A; Haslem, A; Cheal, D; Clarke, M; Jones, R; Koehn, J; Lake, P; Lumsden, L; Lunt, I; Mackey, B; Mac Nally, R; Menkhorst, P; New, T; Newell, G; O'hara, T; Quinn, J; Radford, J; Robinson, D; Watson, E; Yen, A. 2009. Procesos ecológicos: un elemento clave en las estrategias de conservación de la naturaleza. *Gestión ecológica y restauración. Ecological Management & Restoration*. 10(3):192-199.
- Brock, MT; Weining, C; Galen, C. 2005. A Comparison of Phenotypic Plasticity in the Native Dandelion *Taraxacum ceratophorum* and Its Invasive Congener *T. officinale*. *New Phytol*. 166:173-183.
- Camargo, SC. 2014. Evaluación de grupos funcionales potenciales para la restauración de un fragmento de bosque seco tropical de la región del norte del Tolima, municipio de Venadillo. Tesis Ing. Forestal. Ibagué, Colombia. Universidad del Tolima. 87 p.
- Cano-Arboleda, LV; Berdugo-Lattke, ML; Sánchez-Correa, JJ; Nieto-Vargas, JE; Avella-Muñoz, EA; Torres-Rodríguez, IS; González-Melo, GA. 2015. Especies claves para la restauración a partir de grupos funcionales de plantas en un enclave seco interandino del Huila (en línea). VIII Congreso Colombiano De Botánica: Biodiversidad y País. Libro de resúmenes. Consultado 06 ene. 2020. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Mary\\_Lee\\_Berdugo\\_Lattke/publicati](https://www.researchgate.net/profile/Mary_Lee_Berdugo_Lattke/publicati)

on/296699045\_ESPECIES\_CLAVES\_PARA\_LA\_RESTAURACION\_A\_P  
ARTIR\_DE\_GRUPOS\_FUNCIONALES\_DE\_PLANTAS\_EN\_UN\_ENCLA  
VE\_SECO\_INTERANDINO\_DEL\_HUILA/links/56d8da9808aeb4638b93  
a0b/ESPECIES-CLAVES-PARA-LA-RESTAURACION-A-PARTIR-DE-  
GRUPOS-FUNCIONALES-DE-PLANTAS-EN-UN-ENCLAVE-SECO-  
INTERANDINO-DEL-HUILA.pdf.

Castellanos-Castro, C; Bonilla, M. 2011. Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque altoandino. *Acta Biológica Colombiana*. 16(1):153-174.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1986. *Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América central: resultados de cinco años de investigación*. Serie Técnica. Informe Técnico N° 1. 86 p.

Chapin, F. 1993. Functional role of growth forms in ecosystem and global processes (en línea). In *Scaling Physiological Processes: Leaf to Globe*, 287-312. Consultado 13 ene. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-233440-5.50024-5>.

Chave, J; Coomes, D; Jansen, S; Lewis, SL; Swenson, N; Zanne, A. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*. 12(4):351-366.

Cogollo, AM; Velasco, P; Manosalva, L. 2020. Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos. *Biota Colombiana*. 21(1):sp.

- Compagnon, P. 1998. El caucho natural: biología, cultivo, producción. Consejo Mexicano del Hule y Cirad. Ciudad de México. 701 p.
- Coombes, A; Martin, J; Slater, D. 2019. Defining the allometry of stem and crown diameter of urban trees. *Urban Forestry & Urban Greening*. 44:126421. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126421>
- Cruz, A. 1995. Los sistemas agrícolas de Jilotzingo, municipio de Zacatlán, Puebla. Tesis, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F. 317 p.
- Cruz, A. 2004. La importancia del hilite blanco *Agnus acuminata* ssp. *arguta* (Schlecht.) Furlow, Betulaceae, en la sombra de cafetales de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 194 p.
- Deckers, B; Verheyen, K; Hermy, M; Muys, B. 2004. Differential environmental response of plant functional types in hedgerow habitats. *Basic Appl. Ecol.* 5(1):551-566.
- Dezzotti, A; Sbrancia, R; Rodríguez-Arias, M; Roat, D; Parisi, A. 2003. Regeneración de un bosque mixto de *Nothofagus* (Nothofagaceae) después de una corta selectiva. *Revista Chilena de Historia Natural*. 76:591-602.
- Díaz, S; Cabido, M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *J Veg Sci*. 8(1):463-474.
- Díaz, S; Kattge, J; Cornelissen, J; Wright, I; Lavorel, S; Dray, S; Garnier, E. 2016. The global spectrum of plant form and function. *Nature*. 529(7585):167-171.

- Donoso, P; Soto, D; Coopman, R; Rodríguez-Bertos, S. 2013. Early performance of planted *Nothofagus dombeyi* and *Nothofagus alpina* in response to light availability and gap size in a high-graded forest in the south-central Andes of Chile. *Bosque* 34(1):23-32.
- Durlo, MA. 2001. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. *Ciência Florestal*. 11(1):141-149.
- Durlo, MA. 1998. Morfometria de *Cabralea canjerana*, en Mata Secundaria do Rio Grande do Sul. *Ciencia Florestal*. 8(1):55-66.
- Duffy, J; France, K; McIntyre, P; Thebault, E; Loreau, M. 2007. The functional role of biodiversity in ecosystems: incorporating trophic complexity. *Ecology Letters*. 10:522-538.
- Enríquez, VL. 2017. Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur de Ecuador (en línea). Tesis Ing. Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 63 p. Consultado 16 ene. 2020. Disponible en <http://192.188.49.17/jspui/bitstream/123456789/19053/1/Valeria%20Lizeth%20Enriquez%20Prado.pdf>
- Finkeldey, R; Ziehe, M. 2004. Genetic implications of silvicultural regimes. *Forest Ecology and Management*. 197:231-244.
- Godoy, R; Bennett, C. 1989. Diversification among coffee smallholders in highlands of South Sumatra, Indonesia. *Human Ecology*. 16:397-420.
- Gómez, PA; Vargas, O. 2011. Grupos funcionales de especies promisorias para la restauración ecológica con base en sus rasgos de historia de

vida en la Reserva Natural Ibanasca (Ibagué, Tolima, Colombia). La Restauración Ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica. p. 239-247.

Granados-Sánchez, D; López-Ríos, GF; Gama-Flores, JL. 1998. Adaptaciones y estrategias de las plantas de zonas áridas. Revista Chapingo Sene Ciencias Forestales y del Ambiente. 4(1):169-178.

Hawkins, C; Macmahon, J. 1989. Guilds: the multiple meanings of a concept. Annual Review of Entomology. 34:423-451.

IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2015. Maderas del Perú; Mashonaste (en línea). Iquitos, Perú, IIAP. s.p. Consultado 16 ene. 2020. Disponible en [http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CD\\_investigacion/inia/inia-p4/inia-p4-05.htm](http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CD_investigacion/inia/inia-p4/inia-p4-05.htm).

Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Function Groups (3rd edition). Springer Verlag. Berlin-Heidelberg. 514 p.

Lavorel, S; Mcintyre, S; Landsberg, J; Forbes, TDA. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. Trends Eco Evol. 12:474-478.

Leps, J; Bello, F; Lavorel, S; Berman, S. 2006. Quantifying and interpreting functional diversity of natural communities: practical considerations matter. Preslia. 78:481-501.

López, P. 2016. Ecología; 3. Las adaptaciones de los organismos al medio (en línea). Andalucía, España. p. 1-22. Consultado 12 ene. 2020. Disponible

en [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14005663/helvia/aula/archivos/repositorio/0/159/html/pedro\\_lopez/carpeta\\_pln/apuntes/archivos\\_apuntes/ECOB3.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14005663/helvia/aula/archivos/repositorio/0/159/html/pedro_lopez/carpeta_pln/apuntes/archivos_apuntes/ECOB3.pdf).

Martínez, G; Peri, P; Fernández, C; Staffieri, G; Lencinas, M. 2002. Changes in understory species diversity during the *Nothofagus pumilio* forest management cycle. *Journal of Forest Research*. 7(3):165-174.

Martínez, M; Evangelista, V; Mendoza, M; Basurto, F; Mapes, C. 2004. Estudio de la pimienta gorda *Pimenta dioica* (L.) Merrill, un producto forestal no maderable de la Sierra Norte de Puebla, México. In *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación. Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables*, vol. 3 América Latina, M. Alexiades y P. Shanley (eds.). CIFOR, Bogor Barat (Indonesia). p. 23–41.

Martín-López, B; González, J; Díaz, S; Castro, I; García-Llorente, M. 2007. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas*. 16(3):69-80.

Montenegro, AL; Vargas, O. 2011. Atributos vitales de especies de borde en fragmentos de bosque altoandino (Reserva Forestal Municipal de Cogua, Colombia). *La Restauración Ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica*. p. 211-219.

Moore, J. 2001. Diversity taxonomic versus Functional (en línea). University of Northern Colorado. *Encyclopedia of Biodiversity*. vol II. Colorado, EE. UU. p. 205-2015. Consultado 28 ene. 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1016/B0-12-226865-2/00078-X>

- Murcia, C; Guariguata, M. 2014. La restauración ecológica en Colombia: tendencias, necesidades y oportunidades. Occasional Paper. Bogor, Indonesia: Centro para la investigación Forestal Internacional. 107 p.
- Murillo, O; Camacho, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. *Agronomía Costarricense*. 21(2):189-206.
- Nájera-Luna, JA; Hernández-Hernández, E. 2008. Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región de El Salto. *Ra Ximhai*. 4(1):69-81.
- Nestel, D. 1995. Coffee in Mexico: international market, agricultural landscape and ecology. *Ecological Economics*. 15:165-178.
- Nestel, D; Altieri, MA. 1992. The weed community of Mexican coffee agroecosystems: effect of management upon plant biomass and species composition. *Acta Ecológica* 13:715-726.
- Noble, I; Dirzo, R. 1997. Forest as human-dominated ecosystems. *Science* 277:522-525.
- Odum, EP. 1972. *Ecología*. 3 ed. Interamericana, México. 639 p.
- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1976. Mapa Ecológico del Perú (en línea). Lima, Perú, ONERN. 152 p. Consultado 31 ene. 2020. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/58443259/Mapa-Ecologico-Del-Peru-1976-ONERN>.
- Ostertag, R; Warman, L; Cordell, S; Vitousek, P. 2015. Using plant functional traits to restore Hawaiian rainforest. *Journal of Applied Ecology*. 52(4):805-809.

- Paz, H; Pineda-García, F; Pinzón-Pérez, LF. 2015. Root depth and morphology in response to soil drought: comparing ecological groups along the secondary succession in a tropical dry forest. *Oecologia*.179(2):551-561.
- Perfecto, I; Rice, R; Greenberg, R; Van Der Voort, M. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*. 46:598–608.
- Perfecto, I; Vandermmmer, J. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a topical agroecosystem. *Oecologia*. 108. 577–582.
- Pigliucci, M. 2005. Evolution of Phenotypic Plasticity: Where Are We Going Now? *Trends Ecol Evol*. 20:481-486.
- Pollmann, W. 2002. Effects of natural disturbance and selective logging on *Nothofagus* forests in south-central Chile. *Journal of Biogeography* 29:955-970.
- Promis, A; Caledentey, J; Ibarra, M. 2010. Microclima en el interior de un bosque de *Nothofagus pumilio* y el efecto de una corta de regeneración. *Bosque*. 31(2):129-139.
- Pywell, RF; Bullock, JM; Roy, DB; Warman, L; Walker, KJ; Rothery, P. 2003. Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. *J Appl Ecol*. 40(1):65-77.
- Rangel-Ch, JO; Velásquez, A. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. In: J. O. Rangel-Ch; P. Lowry, M. Aguilar (eds.). Colombia: diversidad biótica II: 59–87. Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá.
- Reich, P. 2014. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. *Journal of Ecology*. 102:275-301.



- Reynel, C; Pennington, TD; Pennington, RT; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la amazonia peruana y sus usos. Lima, Perú. 509 p.
- Ríos, G; Domínguez, G. 2007. Evaluación del potencial agroforestal de *Colubrina glandulosa* Perk (shaina) en las provincias de Lamas y San Martín, Amazonia peruana. CIFOR, INIA. 18 p.
- Salazar, J. 2018. Análisis de la estructura horizontal de la vegetación arbórea en la parcela permanente de monitoreo del bosque del caserío Lejía, distrito Shamboyacu, provincia Picota, región San Martín. Informe de prácticas preprofesional. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 65 p.
- Sandi, CL. 2000. Cedro María (*Calophyllum brasiliense* Cambess). Afiche, Revista Forestal Centroamericana, CATIE, 2000 Turrialba, Costa Rica.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2019. Descarga de datos Meteorológicos en San Martín (en línea). Tarapoto, Perú, Senamhi. Consultado 23 ene. 2020. Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=san-martin&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Shishchenko, SV; Capote, S. 1976. Efecto de diferentes factores ambientales sobre procesos fisiológicos de gramíneas y leguminosas. II. Frijol y maíz en cultivos puros y en asociación. Ciencias Biológicas. 1:57.
- Silvoenergía (CATIE), 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico N° 86. Turrialba. Costa Rica.

- Smekens, MJ; Van Tienderen, MH. 2001. Genetic Variation and Plasticity of *Plantago coronopus* Under Saline Condition. *Acta Oecologica*. 22:187-200.
- Smith, D; Larson, B; Kelty, M; Ashton, P. 1997. The practice of silviculture: applied forest ecology. New York, USA. John Wiley & Sons. 537 p.
- Sola, G; Beltrán, HA; Chauchard, L; Gallo, L. 2015. Efecto del manejo silvicultural sobre la regeneración de un bosque de *Nothofagus dombeyi*, *N. alpina* y *N. obliqua* en la Reserva Nacional Lanín (Argentina). *Bosque*. 36(1):111-118.
- Soto, L. 2000. Estudio agro-ecológico del sistema de café con sombra en comunidades indígenas de Chiapas, México. Tesis, Doctorado Facultad de Ciencias UNAM, México, D.F. 171 p.
- Squeo, F; Olivares, N; Olivares, S; Pollastri, A; Aguirre, E; Aravena, R; Jorquera, C; Ehleringer, J. 1999. Grupos funcionales en arbustos desérticos del norte de Chile, definidos sobre la base de las fuentes de agua utilizadas. *Gayana Botanica*. 56(1):1-15.
- Sultan, SE. 2001. Phenotypic Plasticity for Fitness Components in *Polygonum* Species of Contrasting Ecological Breadth. *Ecology*. 82:328-343.
- Ugarte, W. 1997. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para la amazonia peruana. Manual técnico. Perú. 56 p.
- Vásquez, PK. 2018. Análisis estructural y diversidad biológica de la vegetación arbórea en el bosque comunal del caserío Lejía, distrito Shamboyacu,

provincia Picota, región San Martín. Informe de prácticas preprofesional. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 77 p.

Vásquez-Valderrama, M; Solorza-Bejarano, J. 2018. Agrupación funcional de especies vegetales para la restauración ecológica de ecosistemas de montaña, Bogotá, Colombia. *Colombia Forestal*. 21(1):5-17.

Verheyen, K; Honnay, O; Motzkin, G; Hermy, M; Foster, DR. 2003. Response of forest plant species to land-use change: a life-history trait-based approach. *J. Ecol.* 91(1):563-577.

Violle, C; Navas, M; Vile, D; Kazakou, E; Fortunel, C; Hummel, I; Garnier, E. 2007. Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116:882-892.

Wortley, L; Hero, J; Howes, M. 2013. Evaluating ecological restoration success: A review of the literature. *Restoration Ecology*. 21:537-543.

Wright, I; Reich, P; Westoby, M; Ackerly, D; Baruch, Z; Bongers, F; Cavender-Bares, J. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*. 428(6985):821-827.

**ANEXO**

## Anexo A. Matriz de datos

Cuadro 34. Grupos funcionales y especies establecidas.

G.F.	Codigo	Planta central	Planta este	Planta oeste	Planta norte	Planta sur	Planta adicional
1	A - 1	Caimito	Mashonaste	Shiringa	Palta Moena	Azufre Caspi	
2	A - 2	Mashonaste	Azufre Caspi	Shiringa	Bolaina Negra	Puma Quiro	
3	A - 3	Azufre Caspi	Caimito	Mashonaste	Shaina	Puma Quiro	
4	A - 4	Bolaina Negra	Caimito	Azufre Caspi	Puma Quiro	Mashonaste	Shiringa
5	A - 5	Puma Quiro	Mashonaste	Mashonaste	Shiringa	Bolaina Negra	
6	A - 6	Azufre Caspi	Caimito	Bolaina Negra	Mashonaste	Puma Quiro	
7	A - 7	Azufre Caspi	Caimito	Palta Moena	Mashonaste	Bolaina Negra	Shiringa
8	A - 8	Puma Quiro	Mashonaste	Puma Quiro	Puma Quiro	Caimito	
9	A - 9	Azufre Caspi	Palta Moena	Mashonaste	Caimito	Bolaina Negra	
10	A - 10	Caimito	Puma Quiro	Azufre Caspi	Mashonaste	Añallo Caspi	
11	B - 11	Mashonaste	Azufre Caspi	Shaina	Puma Quiro	Caimito	
12	B - 12	Puma Quiro	Bolaina Negra	Añallo Caspi	Caimito	Azufre Caspi	
13	B - 13	Shiringa	Shaina	Caimito	Azufre Caspi	Puma Quiro	
14	B - 14	Palta Moena	Caimito	Puma Quiro	Bolaina Negra	Mashonaste	
15	B - 15	Puma Quiro	Caimito	Añallo Caspi	Puma Quiro	Shaina	
16	B - 16	Moena Amarilla	Shaina	Caimito	Puma Quiro	Bolaina Negra	

G.F.	Codigo	Planta central	Planta este	Planta oeste	Planta norte	Planta sur	Planta adicional
17	B - 17	Caimito	Mashonaste	Añallo Caspi	Palta Moena	Puma Quiro	
18	C - 18	Moena Amarilla	Puma Quiro	Caimito	Bolaina Negra	Shiringa	
19	C - 19	Caimito	Puma Quiro	Bolaina Negra	Shiringa	Moena Amarilla	
20	C - 20	Lagarto Caspi	Moena Amarilla	Mashonaste	Puma Quiro	Caimito	
21	C - 21	Shiringa	Palta Moena	Mashonaste	Bolaina Negra	Lagarto Caspi	
22	D - 21	Mashonaste	Shiringa	Puma Quiro	Caimito	Moena Amarilla	
23	D - 22	Palta Moena	Shiringa	Moena Amarilla	Caimito	Bolaina Negra	
24	D - 23	Mashonaste	Moena Amarilla	Caimito	Uvilla	Caraña	
25	D - 24	Mashonaste	Azufre Caspi	Caimito	Moena Amarilla	Caraña	
26	D - 25	Moena Amarilla	Puma Quiro	Caimito	Mashonaste	Azufre Caspi	
27	D - 26	Moena Amarilla	Palta Moena	Mashonaste	Caimito	Bolaina Negra	
28	E - 27	Puma Quiro	Bolaina Negra	Moena Amarilla	Moena Amarilla	Azufre Caspi	
29	E - 28	Moena Amarilla	Palta Moena	Añallo Caspi	Palta Moena	Bolaina Negra	
30	UNAS - 1	Shiringa	Azufre Caspi	Lagarto Caspi	Mashonaste	Bolaina Negra	
31	UNAS - 2	Shiringa	Palta Moena	Caimito	Bolaina Negra	Mashonaste	
32	UNAS - 3	Shiringa	Mashonaste	Bolaina Negra	Caimito	Palta Moena	
33	UNAS - 4	Shiringa	Lagarto Caspi	Mashonaste	Mashonaste	Bolaina Negra	
34	UNAS - 5	Shiringa	Bolaina Negra	Lagarto Caspi	Mashonaste	Palta Moena	
35	UNAS - 6	Azufre Caspi	Caimito	Lagarto Caspi	Mashonaste	Palta Moena	
36	UNAS - 7	Shiringa	Lagarto Caspi	Caimito	Uvilla	Moena Negra	

G.F.	Codigo	Planta central	Planta este	Planta oeste	Planta norte	Planta sur	Planta adicional
37	UNAS - 8	Shiringa	Puma Quiro	Lagarto Caspi	Palta Moena	Moena Amarilla	
38	UNAS - 9	Shiringa	Lagarto Caspi	Mashonaste	Puma Quiro	Palta Moena	
39	UNAS - 10	Lagarto Caspi	Mashonaste	Caimito	Bolaina Negra	Shiringa	
40	UNAS - 11	Bolaina Negra	Mashonaste	Shiringa	Caimito	Lagarto Caspi	
41	T - 1	Palta Moena	Mashonaste	Caimito	Bolaina Negra	Lagarto Caspi	
42	T - 2	Mashonaste	Palta Moena	Bolaina Negra	Caimito	Lagarto Caspi	
43	T - 3	Lagarto Caspi	Caimito	Palta Moena	Mashonaste	Bolaina Negra	
44	T - 4	Mashonaste	Bolaina Negra	Palta Moena	Lagarto Caspi	Caimito	
45	T - 5	Bolaina Negra	Lagarto Caspi	Palta Moena	Caimito	Mashonaste	
46	T - 6	Mashonaste	Bolaina Negra	Lagarto Caspi	Caimito	Palta Moena	
47	T - 7	Caimito	Palta Moena	Bolaina Negra	Mashonaste	Lagarto Caspi	
48	T - 8	Bolaina Negra	Lagarto Caspi	Caimito	Palta Moena	Mashonaste	
49	T - 9	Lagarto Caspi	Palta Moena	Mashonaste	Caimito	Bolaina Negra	
50	T - 10	Palta Moena	Mashonaste	Bolaina Negra	Caimito	Lagarto Caspi	
51	T - 11	Lagarto Caspi	Mashonaste	Caimito	Palta Moena	Bolaina Negra	
52	T - 12	Caimito	Palta Moena	Lagarto Caspi	Bolaina Negra	Mashonaste	
53	T - 13	Lagarto Caspi	Bolaina Negra	Caimito	Mashonaste	Palta Moena	
54	T - 14	Bolaina Negra	Palta Moena	Caimito	Lagarto Caspi	Mashonaste	
55	T - 15	Palta Moena	Caimito	Lagarto Caspi	Mashonaste	Bolaina Negra	

GF: Grupo funcional.

Cuadro 35. Altura total (cm), altura del fuste (cm) y diámetro del tallo (cm) de las especies establecidas con fines de restauración.

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
1	5	Caimito	15	16	17	11	11	11	0,23	0,24	0,252
1	1	Mashonaste	32	33	34	19	19	19	0,271	0,40	0,521
1	2	Shiringa	86	90	94				0,698	0,82	0,932
1	3	Palta Moena	27	30	33	20	21	22	0,337	0,40	0,471
1	4	Azufre Caspi	9	11	13	4	6	8	0,26	0,33	0,408
2	5	Mashonaste	38,2	40	41,8	26	27	28	0,315	0,44	0,563
2	1	Azufre Caspi	14	23	32	4,5	7	9,5	0,271	0,43	0,583
2	2	Shiringa	72	82	92	28,5	50	71,5	0,792	0,90	1,006
2	3	Bolaina Negra	20	31	42	14	17	20	0,222	0,30	0,37
2	4	Puma Quiro	21	30	39	10	13	16	0,352	0,43	0,506
3	5	Azufre Caspi	12	16	20	6	7	8	0,288	0,31	0,334
3	1	Caimito	14	17	20	9	9	9	0,2	0,26	0,324
3	2	Mashonaste	27	29	31	10	11	12	0,286	0,33	0,374
3	3	Shaina	11	13	15	5	9	13	0,202	0,24	0,276
3	4	Puma Quiro	26	32	38	10	12	14	0,3	0,43	0,552
4	5	Bolaina Negra	6						0,195		
4	1	Caimito	11,6	13	14,4	7	7	7	0,187	0,21	0,237
4	2	Azufre Caspi	9,2	12	14,8	5	6	7	0,365	0,41	0,453



Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
4	3	Puma Quiro	13,4	19	24,6	6	8	10	0,202	0,34	0,476
4	4	Mashonaste	33	36	39	23	24	25	0,352	0,51	0,67
5	5	Puma Quiro	15	19	23	10	10	10	0,362	0,37	0,38
5	1	Mashonaste	48	59	70	26	27	28	0,434	0,61	0,782
5	2	Mashonaste	38	43	48	13	16	19	0,292	0,43	0,572
5	3	Shiringa	60	74	88	36	45	54	0,549	0,72	0,897
5	4	Bolaina Negra	19	32	45	9	12	15	0,199	0,31	0,413
6	5	Azufre Caspi	15	59	103	5	8	11	0,399	0,45	0,501
6	1	Caimito	11	12	13				0,174	0,19	0,204
6	2	Bolaina Negra	21	43	65	9	22	35	0,291	0,50	0,699
6	3	Mashonaste	24	35	46	10	14	18	0,298	0,36	0,412
6	4	Puma Quiro	14,5	24	33,5	8	8	8	0,298	0,30	0,304
7	5	Azufre Caspi	14,5	17	19,5	9	10	11	0,308	0,39	0,478
7	1	Caimito	9	12	15	4	7	10	0,222	0,24	0,256
7	2	Palta Moena	23	31	39	15	15	15	0,227	0,35	0,469
7	3	Mashonaste	32	36	40	17	17	17	0,266	0,48	0,686
7	4	Bolaina Negra	15	25	35	9	12	15	0,206	0,34	0,468
8	5	Puma Quiro	22	27	32	10	12	14	0,287	0,33	0,369
8	1	Mashonaste	38	39	40	20	24	28	0,372	0,43	0,478
8	2	Puma Quiro	15	18	21	7	9	11	0,33	0,38	0,43
8	3	Puma Quiro	17,5	22	26,5	9	10	11	0,338	0,43	0,526

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
8	4	Caimito	15			8			0,23		
9	5	Azufre Caspi	11	17	23	4	8	12	0,274	0,36	0,438
9	1	Palta Moena	26	34	42	16	18	20	0,321	0,36	0,405
9	2	Mashonaste	25,5						0,328		
9	3	Caimito	11,5	13	14,5	7	8	9	0,217	0,22	0,227
9	4	Bolaina Negra	19	33	47	11	12	13	0,271	0,45	0,623
10	5	Caimito	18	18	18	8	10	12	0,23	0,27	0,31
10	1	Puma Quiro	16,7	24	31,3	8	10	12	0,319	0,38	0,445
10	2	Azufre Caspi	16	22	28	5	6	7	0,366	0,40	0,434
10	3	Mashonaste	26	30	34	11	15	19	0,284	0,42	0,564
10	4	Añallo Caspi	8						0,247		
11	5	Mashonaste	39	49	59	20	25	30	0,425	0,47	0,509
11	1	Azufre Caspi	11	22	33	5	9	13	0,246	0,46	0,668
11	2	Shaina	21	45	69	10	17	24	0,255	0,51	0,769
11	3	Puma Quiro	13	18	23	8	9	10	0,347	0,37	0,397
11	4	Caimito	9	13	17	4	6	8	0,358	0,40	0,438
12	5	Puma Quiro	17	30	43	9	14	19	0,25	0,34	0,426
12	1	Bolaina Negra	19	22	25	8	13	18	0,265	0,34	0,423
12	2	Añallo Caspi	8	12	21	5	7	12,5	0,152	0,29	0,4145
12	3	Caimito	11	17	23	6	7	8	0,054	0,24	0,418
12	4	Azufre Caspi	9			4			0,395		

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
13	5	Shiringa	82	93	104				0,555	0,64	0,723
13	1	Shaina	6	10	14				0,187	0,24	0,289
13	2	Caimito	11	14	17	5	7	9	0,265	0,29	0,305
13	3	Azufre Caspi	13	17	21	7	9	11	0,23	0,26	0,288
13	4	Puma Quiro	20	27	34	10	12	14	0,341	0,38	0,417
14	5	Palta Moena	19	24	29	14	15	16	0,283	0,29	0,305
14	1	Caimito	16	18	20	11	12	13	0,121	0,23	0,343
14	2	Puma Quiro	35	69	103	11	28	45	0,339	0,57	0,795
14	3	Bolaina Negra	9	11	13				0,192	0,19	0,192
14	4	Mashonaste	32	39	46	12	13	14	0,303	0,53	0,749
15	5	Puma Quiro	18	31	44	6	16	26	0,344	0,47	0,6
15	1	Caimito	8	9	10				0,201	0,27	0,343
15	2	Añallo Caspi	7						0,21		
15	3	Puma Quiro	29	45	61	12	18	24	0,365	0,53	0,697
15	4	Shaina	4,5	10	15,5				0,237	0,26	0,275
16	5	Moena Amarilla	12	14	16	6	7	8	0,313	0,38	0,449
16	1	Shaina	6						0,238		
16	2	Caimito	11	12	13	6	6	6	0,202	0,26	0,322
16	3	Puma Quiro	17,3	18	18,7	10	10	10	0,283	0,34	0,401
16	4	Bolaina Negra	14			9			0,225		
17	5	Caimito	12	14	16	8	8	8	0,266	0,28	0,294

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
17	1	Mashonaste	41	46	51	26	26	26	0,373	0,46	0,551
17	2	Añallo Caspi	15	29	38	6	15	20,5	0,264	0,38	0,5075
17	3	Palta Moena	31	37	43	21	22	23	0,316	0,37	0,422
17	4	Puma Quiro	17,8	20	22,2	11,5	12	12,5	0,342	0,37	0,398
18	5	Moena Amarilla	14	18	22	5	9	13	0,333	0,44	0,537
18	1	Puma Quiro	15	15	15	6	8	10	0,329	0,34	0,347
18	2	Caimito	13	17	21	7	10	13	0,21	0,24	0,272
18	3	Bolaina Negra	19			8			0,206		
18	4	Shiringa	70	78	86		53	106	0,604	0,65	0,686
19	5	Caimito	11	12	13	6	7	8	0,211	0,23	0,257
19	1	Puma Quiro	13	18	23	5	7	9	0,322	0,33	0,338
19	2	Bolaina Negra	18	30	42	9	15	21	0,237	0,35	0,453
19	3	Shiringa	57,5	70	82,5	27	43	59	0,56	0,74	0,924
19	4	Moena Amarilla	6	8	10				0,192	0,25	0,314
20	5	Lagarto Caspi	28	36	44	18	20	22	0,362	0,46	0,556
20	1	Moena Amarilla	8	14	20	5	7	9	0,371	0,46	0,555
20	2	Mashonaste	45	48	51	16	18	20	0,383	0,53	0,667
20	3	Puma Quiro	27	55	83	9	15	21	0,338	0,47	0,606
20	4	Caimito	8	9	10				0,177	0,20	0,223
21	5	Shiringa	61	78	95	32	56	80	0,559	0,76	0,951
21	1	Palta Moena	32,5	38	43,5	19	21	23	0,337	0,41	0,487

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
21	2	Mashonaste	44,5	55	65,5	19	19	19	0,361	0,52	0,685
21	3	Bolaina Negra	28	37	46	10	18	26	0,371	0,48	0,597
21	4	Lagarto Caspi	35	45	55	14	22	30	0,417	0,60	0,779
22	5	Mashonaste	39	43	47	22	23	24	0,335	0,56	0,791
22	1	Shiringa	72	77	82	34	56	78	0,586	0,65	0,712
22	2	Puma Quiro	18	22	26	9	10	11	0,318	0,39	0,458
22	3	Caimito	14	18	22	8	8	8	0,22	0,22	0,228
22	4	Moena Amarilla	17	19	21	8	8	8	0,407	0,55	0,687
23	5	Palta Moena	26	32	38	19	20	21	0,272	0,34	0,406
23	1	Shiringa	73	78	83				0,724	0,84	0,962
23	2	Moena Amarilla	12	16	20	6	8	10	0,355	0,50	0,649
23	3	Caimito	12,5	16	19,5	6	9	12	0,224	0,26	0,286
23	4	Bolaina Negra	15			10			0,222		
24	5	Mashonaste	36	37	38	20	22	24	0,339	0,43	0,511
24	1	Moena Amarilla	10,5	13	15,5	4	8	12	0,346	0,35	0,352
24	2	Caimito	13	16	19	7	9	11	0,214	0,25	0,282
24	3	Uvilla	17	23	29	6	10	14	0,373	0,49	0,609
24	4	Caraña	15	18	21	10	12	14	0,281	0,37	0,461
25	5	Mashonaste	34,5	43	51,5	18	20	22	0,404	0,69	0,968
25	1	Azufre Caspi	18	24	30	6	10	14	0,333	0,39	0,455
25	2	Caimito	17,5	19	20,5	9	12	15	0,217	0,30	0,385

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
25	3	Moena Amarilla	13	16	19	6	7	8	0,36	0,43	0,5
25	4	Caraña	23,3	32	40,7	10	14	18	0,376	0,49	0,606
26	5	Moena Amarilla	13	16	19	4	7	10	0,35	0,36	0,364
26	1	Puma Quiro	14	16	18				0,283	0,29	0,291
26	2	Caimito	10	11	12				0,184	0,19	0,196
26	3	Mashonaste	38	44	50	15	17	19	0,335	0,49	0,635
26	4	Azufre Caspi	7	8	9				0,216	0,29	0,356
27	5	Moena Amarilla	12	14	16	6	7	8	0,428	0,49	0,558
27	1	Palta Moena	23	30	37	16	16	16	0,229	0,33	0,425
27	2	Mashonaste	28	43	58	35	35	35	0,389	0,56	0,723
27	3	Caimito	16	17	18	10	10	10	0,262	0,30	0,33
27	4	Bolaina Negra	18			11			0,209		
28	5	Puma Quiro	14	20	26	6	9	12	0,346	0,45	0,56
28	1	Bolaina Negra	16	23	30	9	13	17	0,204	0,30	0,392
28	2	Moena Amarilla	8	9	10	4	4	4	0,317	0,53	0,735
28	3	Moena Amarilla	10	13	16	5	6	7	0,295	0,34	0,389
28	4	Azufre Caspi	9	9	9	5	5	5	0,255	0,43	0,595
29	5	Moena Amarilla	17	18	19	6	9	12	0,291	0,38	0,467
29	1	Palta Moena	18	23	28	13	15	17	0,21	0,25	0,294
29	2	Añallo Caspi	9						0,253		
29	3	Palta Moena	31	35	39	13	18	23	0,325	0,50	0,671

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
29	4	Bolaina Negra	13	24	35	7	18	29	0,182	0,35	0,524
30	5	Shiringa	84	93	102				0,589	0,66	0,727
30	1	Azufre Caspi	16	18	20	5	7	9	0,276	0,39	0,494
30	2	Lagarto Caspi	35	52	69	19	19	19	0,342	0,55	0,748
30	3	Mashonaste	14	19	24	7	8	9	0,207	0,32	0,429
30	4	Bolaina Negra	28	57	86	10	28	46	0,426	0,61	0,784
31	5	Shiringa	82	83	84	46	64	82	0,668	0,78	0,89
31	1	Palta Moena	35	37	39	21	23	25	0,322	0,45	0,568
31	2	Caimito	16,5	18	19,5	10	10	10	0,231	0,28	0,333
31	3	Bolaina Negra	31	32	33	15	15	15	0,334	0,57	0,812
31	4	Mashonaste	46	50	54	23	23	23	0,309	0,42	0,535
32	5	Shiringa	59,5	63	66,5				0,526	0,63	0,736
32	1	Mashonaste	49	52	55	34	35	36	0,346	0,42	0,496
32	2	Bolaina Negra	38	38	38	23	27	31	0,406	0,55	0,702
32	3	Caimito	14,3	17	19,7	8,6	9	9,4	0,216	0,26	0,296
32	4	Palta Moena	37	44	51	23	25	27	0,306	0,39	0,466
33	5	Shiringa	69	73	77	35	48	61	0,596	0,70	0,812
33	1	Lagarto Caspi	30	54	78	14	20	26	0,42	0,63	0,84
33	2	Mashonaste	59	59	59	24	25	26	0,437	0,71	0,977
33	3	Mashonaste	37	49	61	16	18	20	0,445	0,64	0,831
33	4	Bolaina Negra	36	44	52	17	17	17	0,349	0,51	0,669

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
34	5	Shiringa	62	67	72	30	42	54	0,588	0,63	0,662
34	1	Bolaina Negra	44,5	53	61,5	20	22	24	0,345	0,61	0,871
34	2	Lagarto Caspi	29	35	41	12	13	14	0,327	0,47	0,613
34	3	Mashonaste	40	42	44	26	26	26	0,36	0,51	0,668
34	4	Palta Moena	25	29	33	18	19	20	0,275	0,33	0,379
35	5	Azufre Caspi	12	14	16	6	8	10	0,214	0,35	0,484
35	1	Caimito	13	15	17	8	10	12	0,223	0,27	0,319
35	2	Lagarto Caspi	24	32	40	12	17	22	0,323	0,48	0,633
35	3	Mashonaste	33	37	41	18	19	20	0,313	0,46	0,609
35	4	Palta Moena	24	33	42	17	18	19	0,33	0,37	0,408
36	5	Shiringa	71	88	105	31	56	81	0,763	0,87	0,973
36	1	Lagarto Caspi	32,5	41	49,5	12	18	24	0,343	0,52	0,687
36	2	Caimito	10,5	12	13,5	6	7	8	0,261	0,27	0,275
36	3	Uvilla	9	13	17	7	7	7	0,311	0,32	0,325
36	4	Moena Negra	9	17	25	5	6	7	0,321	0,44	0,549
37	5	Shiringa	74	83	92				0,644	0,79	0,938
37	1	Puma Quiro	21	26	31	10	13	16	0,299	0,39	0,475
37	2	Lagarto Caspi	39	67	95	14	28	42	0,398	0,54	0,684
37	3	Palta Moena	32,5	43	53,5	20	26	32	0,327	0,44	0,551
37	4	Moena Amarilla	10,5	16	21,5	4	7	10	0,331	0,46	0,593
38	5	Shiringa	43,5	55	66,5	25	32	39	0,723	0,80	0,881



Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
38	1	Lagarto Caspi	34	49	64	13	18	23	0,43	0,67	0,904
38	2	Mashonaste	41	45	49	23	32	41	0,365	0,54	0,719
38	3	Puma Quiro	19,5	24	28,5	11	12	13	0,354	0,39	0,422
38	4	Palta Moena	39	49	59	24	26	28	0,327	0,47	0,611
39	5	Lagarto Caspi	30	41	52	14	17	20	0,331	0,52	0,715
39	1	Mashonaste	46	47	48	23	23	23	0,423	0,64	0,847
39	2	Caimito	13	14	15	8	10	12	0,179	0,23	0,271
39	3	Bolaina Negra	29	30	31	10	16	22	0,304	0,41	0,524
39	4	Shiringa	58	61	64	36	40	44	0,599	0,73	0,855
40	5	Bolaina Negra	36	39	42	17	20	23	0,327	0,57	0,803
40	1	Mashonaste	32	33	34	12	14	16	0,328	0,48	0,634
40	2	Shiringa	62	63	64	38	47	56	0,49	0,62	0,752
40	3	Caimito	11,3	12	12,7	7	7	7	0,197	0,23	0,265
40	4	Lagarto Caspi	31	43	55	15	19	23	0,363	0,51	0,649
41	5	Palta Moena	29	33	37	21	24	27	0,282	0,35	0,422
41	1	Mashonaste	45	56	67	24	25	26	0,446	0,62	0,788
41	2	Caimito	12	17	22	7	10	13	0,209	0,28	0,345
41	3	Bolaina Negra	20	34	48	12	15	18	0,267	0,38	0,483
41	4	Lagarto Caspi	32	39	46	21	25	29	0,38	0,50	0,61
42	5	Mashonaste	41	50	59	21	21	21	0,405	0,57	0,737
42	1	Palta Moena	27	32	37	16	21	26	0,295	0,36	0,433

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
42	2	Bolaina Negra	19	33	47	12	14	16	0,201	0,38	0,559
42	3	Caimito	16	17	18	12	12	12	0,203	0,28	0,359
42	4	Lagarto Caspi	32	38	44	10	19	28	0,447	0,57	0,683
43	5	Lagarto Caspi	30	41	52	8	16	24	0,393	0,44	0,495
43	1	Caimito	14	15	16	9	10	11	0,233	0,26	0,285
43	2	Palta Moena	33	40	47	27	27	27	0,264	0,36	0,46
43	3	Mashonaste	48	53	58	34	34	34	0,379	0,46	0,535
43	4	Bolaina Negra	15	34	53	8	14	20	0,206	0,37	0,542
44	5	Mashonaste	45	54	63	23	28	33	0,377	0,55	0,713
44	1	Bolaina Negra	18	42	66	12	23	34	0,225	0,42	0,623
44	2	Palta Moena	30	37	44	22	24	26	0,285	0,33	0,383
44	3	Lagarto Caspi	28	33	38	7	14	21	0,306	0,38	0,458
44	4	Caimito	16	19	22	11	11	11	0,222	0,29	0,362
45	5	Bolaina Negra	17	30	43	8	21	34	0,275	0,44	0,609
45	1	Lagarto Caspi	29	36	43	19	20	21	0,318	0,53	0,732
45	2	Palta Moena	30	38	46	19	21	23	0,282	0,32	0,356
45	3	Caimito	12	14	16	7	8	9	0,222	0,30	0,368
45	4	Mashonaste	44	53	62	26	26	26	0,458	0,59	0,714
46	5	Mashonaste	48	56	64	29	29	29	0,424	0,63	0,83
46	1	Bolaina Negra	14	38	62	8	12	16	0,188	0,50	0,814
46	2	Lagarto Caspi	26	33	40	6	12	18	0,314	0,39	0,468

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
46	3	Caimito	12	14	16	6	8	10	0,205	0,24	0,277
46	4	Palta Moena	26	35	44	22	23	24	0,258	0,35	0,446
47	5	Caimito	12	13	14	7	8	9	0,195	0,24	0,285
47	1	Palta Moena	31	41	51	23	23	23	0,268	0,38	0,486
47	2	Bolaina Negra	31	36	41	8	24	40	0,218	0,45	0,68
47	3	Mashonaste	42	56	70	26	26	26	0,322	0,51	0,7
47	4	Lagarto Caspi	20	25	30	14	14	14	0,384	0,42	0,462
48	5	Bolaina Negra	13	31	49	6	19	32	0,205	0,34	0,475
48	1	Lagarto Caspi	29	36	43	11	16	21	0,301	0,38	0,463
48	2	Caimito	14	17	20	10	10	10	0,263	0,31	0,355
48	3	Palta Moena	31	42	53	24	27	30	0,364	0,41	0,456
48	4	Mashonaste	42	44	46	29	29	29	0,403	0,60	0,803
49	5	Lagarto Caspi	28	39	50	15	16	17	0,407	0,45	0,499
49	1	Palta Moena	32	43	54	20	20	20	0,34	0,42	0,5
49	2	Mashonaste	50	63	76	35	35	35	0,381	0,52	0,659
49	3	Caimito	15	15	15	8	8	8	0,255	0,29	0,327
49	4	Bolaina Negra	13	31	49	7	17	27	0,207	0,39	0,577
50	5	Palta Moena	33	41	49	24	25	26	0,321	0,43	0,535
50	1	Mashonaste	57	69	81	20	28	36	0,445	0,66	0,877
50	2	Bolaina Negra	19	28	37	8	17	26	0,219	0,37	0,519
50	3	Caimito	15	15	15	10	10	10	0,199	0,22	0,243

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
50	4	Lagarto Caspi	21	26	31	7	12	17	0,364	0,42	0,48
51	5	Lagarto Caspi	31	38	45	20	20	20	0,396	0,51	0,62
51	1	Mashonaste	44	59	74	21	31	41	0,413	0,61	0,809
51	2	Caimito	10	14	18	6	10	14	0,207	0,31	0,417
51	3	Palta Moena	33	47	61	25	27	29	0,316	0,39	0,468
51	4	Bolaina Negra	15	32	49	11	12	13	0,19	0,49	0,79
52	5	Caimito	13	14	15	8	9	10	0,192	0,22	0,246
52	1	Palta Moena	25	36	47	20	22	24	0,301	0,38	0,451
52	2	Lagarto Caspi	26	32	38	8	14	20	0,361	0,52	0,677
52	3	Bolaina Negra	14	19	24	7	12	17	0,336	0,38	0,43
52	4	Mashonaste	44	60	76	25	35	45	0,454	0,61	0,756
53	5	Lagarto Caspi	36	42	48	26	26	26	0,475	0,61	0,735
53	1	Bolaina Negra	20	47	74	11	18	25	0,246	0,45	0,654
53	2	Caimito	17	19	21	10	10	10	0,232	0,29	0,35
53	3	Mashonaste	48	60	72	27	31	35	0,395	0,54	0,681
53	4	Palta Moena	33	41	49	27	28	29	0,317	0,42	0,523
54	5	Bolaina Negra	18	23	28	9	10	11	0,201	0,38	0,555
54	1	Palta Moena	32	39	46	20	23	26	0,361	0,41	0,467
54	2	Caimito	15	17	19	10	10	10	0,237	0,30	0,363
54	3	Lagarto Caspi	26	47	68	11	23	35	0,329	0,49	0,649
54	4	Mashonaste	56	63	70	41	42	43	0,35	0,47	0,584

Grupo funcional	Distribución	Especie	HT <sub>6</sub> (cm)	HT <sub>9</sub> (cm)	HT <sub>12</sub> (cm)	HF <sub>6</sub> (cm)	HF <sub>9</sub> (cm)	HF <sub>12</sub> (cm)	DT <sub>6</sub> (cm)	DT <sub>9</sub> (cm)	DT <sub>12</sub> (cm)
55	5	Palta Moena	32	45	58	20	20	20	0,348	0,41	0,466
55	1	Caimito	12	14	16	13			0,212	0,29	0,364
55	2	Lagarto Caspi	34	36	38	26	26	26	0,35	0,43	0,504
55	3	Mashonaste	35	37	39	20	20	20	0,438	0,60	0,756
55	4	Bolaina Negra	24			10			0,242		

6, 9 y 12 corresponden a los meses posteriores al establecimiento. HT: Altura total; HF: Altura del fuste; DT: Diámetro del tallo.

Cuadro 36. Diámetro de copa (cm) de las especies establecidas con fines de restauración.

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12</sub> (cm)	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12</sub> (cm)	Copa <sub>6</sub> (cm)	Copa <sub>9</sub> (cm)	Copa <sub>12</sub> (cm)
1	5	Caimito	15	15	15	11	14	17	13	14,5	16
1	1	Mashonaste	14	19	24	16	23	30	15	21	27
1	2	Shiringa									
1	3	Palta Moena	18	22	26	16	21	26	17	21,5	26
1	4	Azufre Caspi	14,5	15	15,5	16	16	16	15,25	15,5	15,75
2	5	Mashonaste	15	19	23	23	23	23	19	21	23
2	1	Azufre Caspi	14	19	24	24	29	34	19	24	29
2	2	Shiringa	25	40	55	14	33	52	19,5	36,5	53,5
2	3	Bolaina Negra	16	21	26	18	26	34	17	23,5	30
2	4	Puma Quiro	23	30	37	17	28	39	20	29	38
3	5	Azufre Caspi	13	14	15	9	15	21	11	14,5	18

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
3	1	Caimito	9	11	13	10	10	10	9,5	10,5	11,5
3	2	Mashonaste	31	34	37	20	36	52	25,5	35	44,5
3	3	Shaina	12	12	12	15	19	23	13,5	15,5	17,5
3	4	Puma Quiro	23	23	23	28	29	30	25,5	26	26,5
4	5	Bolaina Negra									
4	1	Caimito	12,4	13	13,6	8	11	14	10,2	12	13,8
4	2	Azufre Caspi	11	12	13	12,3	13	13,7	11,65	12,5	13,35
4	3	Puma Quiro	12	17	22	19	19	19	15,5	18	20,5
4	4	Mashonaste	26	26	26	23	24	25	24,5	25	25,5
5	5	Puma Quiro	17	22	27	10	13	16	13,5	17,5	21,5
5	1	Mashonaste	26	34	42	24	36	48	25	35	45
5	2	Mashonaste	24	24	24	17	22	27	20,5	23	25,5
5	3	Shiringa	24	32	40	23	34	45	23,5	33	42,5
5	4	Bolaina Negra	12	21	30	10	19	28	11	20	29
6	5	Azufre Caspi	19	19	19	13	18	23	16	18,5	21
6	1	Caimito									
6	2	Bolaina Negra	19	22	25	16	23	30	17,5	22,5	27,5
6	3	Mashonaste	18	26	34	13	24	35	15,5	25	34,5
6	4	Puma Quiro	15	12	9	10	18	26	12,5	15	17,5
7	5	Azufre Caspi	16	16	16	7	17	27	11,5	16,5	21,5
7	1	Caimito	9	10	11	10	11	12	9,5	10,5	11,5

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
7	2	Palta Moena	14	18	22	25	28	31	19,5	23	26,5
7	3	Mashonaste	24	28	32	23	24	25	23,5	26	28,5
7	4	Bolaina Negra	14	18	22	15	22	29	14,5	20	25,5
8	5	Puma Quiro	16	19	22	15	19	23	15,5	19	22,5
8	1	Mashonaste	22	22	22	17	23	29	19,5	22,5	25,5
8	2	Puma Quiro	22	22	22	17	20	23	19,5	21	22,5
8	3	Puma Quiro	14	19	24	18	18	18	16	18,5	21
8	4	Caimito	12			12			12		
9	5	Azufre Caspi	10	18	26	8	13	18	9	15,5	22
9	1	Palta Moena	15	16	17	15	19	23	15	17,5	20
9	2	Mashonaste									
9	3	Caimito	11	11	11	13	13	13	12	12	12
9	4	Bolaina Negra	18	24	30	13	26	39	15,5	25	34,5
10	5	Caimito	9	12	15	14	18	22	11,5	15	18,5
10	1	Puma Quiro	18	20	22	14	19	24	16	19,5	23
10	2	Azufre Caspi	16	19	22	18	20	22	17	19,5	22
10	3	Mashonaste	23	23	23	18	22	26	20,5	22,5	24,5
10	4	Añallo Caspi									
11	5	Mashonaste	22	30	38	16	32	48	19	31	43
11	1	Azufre Caspi	14	18	22	13	19	25	13,5	18,5	23,5
11	2	Shaina	23	39	55	20	37	54	21,5	38	54,5

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
11	3	Puma Quiro	11	19	27	8	12	16	9,5	15,5	21,5
11	4	Caimito	15	15	15	9	19	29	12	17	22
12	5	Puma Quiro	20	20	20	17	18	19	18,5	19	19,5
12	1	Bolaina Negra	15	19	23	17	19	21	16	19	22
12	2	Añallo Caspi	10	21	33	9	16	25,5	9,5	18,5	29,25
12	3	Caimito	7	10	13	6	10	14	6,5	10	13,5
12	4	Azufre Caspi	10			8			9		
13	5	Shiringa									
13	1	Shaina									
13	2	Caimito	9	13	17	10	15	20	9,5	14	18,5
13	3	Azufre Caspi	12	14	16	15	16	17	13,5	15	16,5
13	4	Puma Quiro	20	23	26	21	29	37	20,5	26	31,5
14	5	Palta Moena	11	15	19	10	12	14	10,5	13,5	16,5
14	1	Caimito	9	9	9	7	10	13	8	9,5	11
14	2	Puma Quiro	24	29	34	29	40	51	26,5	34,5	42,5
14	3	Bolaina Negra									
14	4	Mashonaste	43	45	47	16	26	36	29,5	35,5	41,5
15	5	Puma Quiro	25	26	27	16	30	44	20,5	28	35,5
15	1	Caimito	5	8	11	6	8	10	5,5	8	10,5
15	2	Añallo Caspi									
15	3	Puma Quiro	22	32	42	19	24	29	20,5	28	35,5





Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
20	5	Lagarto Caspi	14	19	24	22	29	36	18	24	30
20	1	Moena Amarilla	17	19	21	14	18	22	15,5	18,5	21,5
20	2	Mashonaste	34	37	40	23	34	45	28,5	35,5	42,5
20	3	Puma Quiro	22	26	30	24	37	50	23	31,5	40
20	4	Caimito									
21	5	Shiringa	42	67	92	45	58	71	43,5	62,5	81,5
21	1	Palta Moena	15	19	23	19	21	23	17	20	23
21	2	Mashonaste	17	30	43	33	33	33	25	31,5	38
21	3	Bolaina Negra	25	25	25	27	28	29	26	26,5	27
21	4	Lagarto Caspi	37	38	39	29	35	41	33	36,5	40
22	5	Mashonaste	22	24	26	19	22	25	20,5	23	25,5
22	1	Shiringa	31	37	43	29	33	37	30	35	40
22	2	Puma Quiro	19	19	19	17	24	31	18	21,5	25
22	3	Caimito	13	13	13	10	14	18	11,5	13,5	15,5
22	4	Moena Amarilla	28	28	28	24	27	30	26	27,5	29
23	5	Palta Moena	14	18	22	16	16	16	15	17	19
23	1	Shiringa									
23	2	Moena Amarilla	18	25	32	20	26	32	19	25,5	32
23	3	Caimito	19	19	19	12	12	12	15,5	15,5	15,5
23	4	Bolaina Negra	13			19			16		
24	5	Mashonaste	22	22	22	15	18	21	18,5	20	21,5

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
24	1	Moena Amarilla	19	19	19	15	17	19	17	18	19
24	2	Caimito	13	15	17	14	15	16	13,5	15	16,5
24	3	Uvilla	21	26	31	14	28	42	17,5	27	36,5
24	4	Caraña	23	23	23	21	21	21	22	22	22
25	5	Mashonaste	20	27	34	19	38	57	19,5	32,5	45,5
25	1	Azufre Caspi	17	19	21	18	22	26	17,5	20,5	23,5
25	2	Caimito	14	14	14	10	10	10	12	12	12
25	3	Moena Amarilla	15	20	25	16	21	26	15,5	20,5	25,5
25	4	Caraña	20	32	44	25	37	49	22,5	34,5	46,5
26	5	Moena Amarilla	17	19	21	16	17	18	16,5	18	19,5
26	1	Puma Quiro									
26	2	Caimito									
26	3	Mashonaste	26	33	40	30	30	30	28	31,5	35
26	4	Azufre Caspi									
27	5	Moena Amarilla	15	19	23	15	19	23	15	19	23
27	1	Palta Moena	11	20	29	15	21	27	13	20,5	28
27	2	Mashonaste	16	22	28	23	24	25	19,5	23	26,5
27	3	Caimito	12	12	12	6	14	22	9	13	17
27	4	Bolaina Negra	13			16					
28	5	Puma Quiro	13	20	27	14	24	34	13,5	22	30,5
28	1	Bolaina Negra	10	18	26	12	17	22	11	17,5	24

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
28	2	Moena Amarilla	12	14	16	8	14	20	10	14	18
28	3	Moena Amarilla	11	14	17	12	16	20	11,5	15	18,5
28	4	Azufre Caspi	14	15	16	8	13	18	11	14	17
29	5	Moena Amarilla	17	22	27	19	21	23	18	21,5	25
29	1	Palta Moena	11	21	31	13	18	23	12	19,5	27
29	2	Añallo Caspi									
29	3	Palta Moena	24	25	26	18	28	38	21	26,5	32
29	4	Bolaina Negra	16	20	24	14	24	34	15	22	29
30	5	Shiringa									
30	1	Azufre Caspi	19	20	21	14	22	30	16,5	21	25,5
30	2	Lagarto Caspi	30	33	36	38	38	38	34	35,5	37
30	3	Mashonaste	19	19	19	23	25	27	21	22	23
30	4	Bolaina Negra	24	34	44	22	34	46	23	34	45
31	5	Shiringa	65	65	65	55	82	109	60	73,5	87
31	1	Palta Moena	26	27	28	20	24	28	23	25,5	28
31	2	Caimito	15	16	17	8	10	12	11,5	13	14,5
31	3	Bolaina Negra	27	28	29	30	30	30	28,5	29	29,5
31	4	Mashonaste	30	30	30	14	38	62	22	34	46
32	5	Shiringa									
32	1	Mashonaste	20	20	20	16	23	30	18	21,5	25
32	2	Bolaina Negra	29	29	29	26	28	30	27,5	28,5	29,5

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
32	3	Caimito	15	15	15	9,5	13	16,5	12,25	14	15,75
32	4	Palta Moena	19	20	21	20	20	20	19,5	20	20,5
33	5	Shiringa	25	33	41	29	30	31	27	31,5	36
33	1	Lagarto Caspi	23	29	35	29	30	31	26	29,5	33
33	2	Mashonaste	39	39	39	25,1	34	42,9	32,05	36,5	40,95
33	3	Mashonaste	28	54	80	36	38	40	32	46	60
33	4	Bolaina Negra	24	24	24	26	30	34	25	27	29
34	5	Shiringa	29	32	35	41	46	51	35	39	43
34	1	Bolaina Negra	24	32	40	33	36	39	28,5	34	39,5
34	2	Lagarto Caspi	22	32	42	30	30	30	26	31	36
34	3	Mashonaste	19	22	25	24	24	24	21,5	23	24,5
34	4	Palta Moena	10	16	22	14	15	16	12	15,5	19
35	5	Azufre Caspi	19	20	21	15	18	21	17	19	21
35	1	Caimito	13	13	13	9	12	15	11	12,5	14
35	2	Lagarto Caspi	18	26	34	19	28	37	18,5	27	35,5
35	3	Mashonaste	23	24	25	16	19	22	19,5	21,5	23,5
35	4	Palta Moena	13	16	19	15	18	21	14	17	20
36	5	Shiringa	30	36	42	36	38	40	33	37	41
36	1	Lagarto Caspi	29	29	29	22	29	36	25,5	29	32,5
36	2	Caimito	9	15	21	14	16	18	11,5	15,5	19,5
36	3	Uvilla	12	12	12	12	14	16	12	13	14

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
36	4	Moena Negra	22	29	36	15	33	51	18,5	31	43,5
37	5	Shiringa									
37	1	Puma Quiro	16	18	20	18	19	20	17	18,5	20
37	2	Lagarto Caspi	33	38	43	25	32	39	29	35	41
37	3	Palta Moena	21	27	33	14	28	42	17,5	27,5	37,5
37	4	Moena Amarilla	18	22	26	19	20	21	18,5	21	23,5
38	5	Shiringa	24	29	34	28	31	34	26	30	34
38	1	Lagarto Caspi	31	34	37	27	29	31	29	31,5	34
38	2	Mashonaste	14	26	38	19	20	21	16,5	23	29,5
38	3	Puma Quiro	16	18	20	14	19	24	15	18,5	22
38	4	Palta Moena	18	23	28	19	26	33	18,5	24,5	30,5
39	5	Lagarto Caspi	26	36	46	17	38	59	21,5	37	52,5
39	1	Mashonaste	16	24	32	27	27	27	21,5	25,5	29,5
39	2	Caimito	10	11	12	13	13	13	11,5	12	12,5
39	3	Bolaina Negra	28	29	30	25	31	37	26,5	30	33,5
39	4	Shiringa	41	48	55	35	35	35	38	41,5	45
40	5	Bolaina Negra	23	28	33	23	23	23	23	25,5	28
40	1	Mashonaste	27	28	29	25	32	39	26	30	34
40	2	Shiringa	33	33	33	34	36	38	33,5	34,5	35,5
40	3	Caimito	17,5	18	18,5	10	12	14	13,75	15	16,25
40	4	Lagarto Caspi	20	28	36	26	42	58	23	35	47

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
41	5	Palta Moena	16	19	22	16	24	32	16	21,5	27
41	1	Mashonaste	22	34	46	19	26	33	20,5	30	39,5
41	2	Caimito	11	12	13	10	13	16	10,5	12,5	14,5
41	3	Bolaina Negra	20	26	32	12	26	40	16	26	36
41	4	Lagarto Caspi	14	27	40	18	28	38	16	27,5	39
42	5	Mashonaste	16	34	52	24	38	52	20	36	52
42	1	Palta Moena	13	22	31	12	24	36	12,5	23	33,5
42	2	Bolaina Negra	15	28	41	14	32	50	14,5	30	45,5
42	3	Caimito	8	10	12	10	12	14	9	11	13
42	4	Lagarto Caspi	26	37	48	26	30	34	26	33,5	41
43	5	Lagarto Caspi	20	33	46	22	30	38	21	31,5	42
43	1	Caimito	12	12	12	8	13	18	10	12,5	15
43	2	Palta Moena	14	23	32	13	24	35	13,5	23,5	33,5
43	3	Mashonaste	13	20	27	20	22	24	16,5	21	25,5
43	4	Bolaina Negra	14	28	42	16	19	22	15	23,5	32
44	5	Mashonaste	26	30	34	20	36	52	23	33	43
44	1	Bolaina Negra	13	24	35	14	23	32	13,5	23,5	33,5
44	2	Palta Moena	15	18	21	16	24	32	15,5	21	26,5
44	3	Lagarto Caspi	22	27	32	18	39	60	20	33	46
44	4	Caimito	15	15	15	9	16	23	12	15,5	19
45	5	Bolaina Negra	18	24	30	16	32	48	17	28	39

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
45	1	Lagarto Caspi	23	31	39	25	27	29	24	29	34
45	2	Palta Moena	18	20	22	16	24	32	17	22	27
45	3	Caimito	8	9	10	13	14	15	10,5	11,5	12,5
45	4	Mashonaste	35	40	45	22	24	26	28,5	32	35,5
46	5	Mashonaste	17	33	49	26	40	54	21,5	36,5	51,5
46	1	Bolaina Negra	12	24	36	12	26	40	12	25	38
46	2	Lagarto Caspi	24	30	36	27	36	45	25,5	33	40,5
46	3	Caimito	9	13	17	10	16	22	9,5	14,5	19,5
46	4	Palta Moena	16	25	34	17	22	27	16,5	23,5	30,5
47	5	Caimito	9	9	9	7	10	13	8	9,5	11
47	1	Palta Moena	19	19	19	17	22	27	18	20,5	23
47	2	Bolaina Negra	17	23	29	14	30	46	15,5	26,5	37,5
47	3	Mashonaste	22	32	42	19	31	43	20,5	31,5	42,5
47	4	Lagarto Caspi	24	26	28	26	28	30	25	27	29
48	5	Bolaina Negra	13	20	27	15	23	31	14	21,5	29
48	1	Lagarto Caspi	24	30	36	25	34	43	24,5	32	39,5
48	2	Caimito	12	10	8	10	12	14	11	11	11
48	3	Palta Moena	16	20	24	16	24	32	16	22	28
48	4	Mashonaste	28	28	28	30	30	30	29	29	29
49	5	Lagarto Caspi	26	31	36	23	28	33	24,5	29,5	34,5
49	1	Palta Moena	19	21	23	17	24	31	18	22,5	27



Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
49	2	Mashonaste	29	49	69	27	38	49	28	43,5	59
49	3	Caimito	10	10	10	10	12	14	10	11	12
49	4	Bolaina Negra	14	23	32	10	25	40	12	24	36
50	5	Palta Moena	24	26	28	20	27	34	22	26,5	31
50	1	Mashonaste	18	47	76	39	38	37	28,5	42,5	56,5
50	2	Bolaina Negra	15	24	33	19	24	29	17	24	31
50	3	Caimito	10	9	8	8	12	16	9	10,5	12
50	4	Lagarto Caspi	19	37	55	18	29	40	18,5	33	47,5
51	5	Lagarto Caspi	28	30	32	15	26	37	21,5	28	34,5
51	1	Mashonaste	17	26	35	22	27	32	19,5	26,5	33,5
51	2	Caimito	15	15	15	10	14	18	12,5	14,5	16,5
51	3	Palta Moena	15	20	25	16	22	28	15,5	21	26,5
51	4	Bolaina Negra	16	22	28	13	30	47	14,5	26	37,5
52	5	Caimito	10	16	22	8	10	12	9	13	17
52	1	Palta Moena	15	24	33	14	28	42	14,5	26	37,5
52	2	Lagarto Caspi	22	32	42	24	37	50	23	34,5	46
52	3	Bolaina Negra	15	19	23	10	17	24	12,5	18	23,5
52	4	Mashonaste	24	35	46	20	46	72	22	40,5	59
53	5	Lagarto Caspi	30	30	30	20	26	32	25	28	31
53	1	Bolaina Negra	21	29	37	18	36	54	19,5	32,5	45,5
53	2	Caimito	14	15	16	11	13	15	12,5	14	15,5

Grupo funcional	Distribución	Especie	E-O <sub>6</sub>	E-O <sub>9</sub>	E-O <sub>12 (cm)</sub>	N-S <sub>6</sub>	N-S <sub>9</sub>	N-S <sub>12 (cm)</sub>	Copa <sub>6 (cm)</sub>	Copa <sub>9 (cm)</sub>	Copa <sub>12 (cm)</sub>
53	3	Mashonaste	28	34	40	25	28	31	26,5	31	35,5
53	4	Palta Moena	15	19	23	20	22	24	17,5	20,5	23,5
54	5	Bolaina Negra	17	17	17	14	14	14	15,5	15,5	15,5
54	1	Palta Moena	17	24	31	19	20	21	18	22	26
54	2	Caimito	12	15	18	12	14	16	12	14,5	17
54	3	Lagarto Caspi	18	30	42	22	33	44	20	31,5	43
54	4	Mashonaste	24	29	34	22	28	34	23	28,5	34
55	5	Palta Moena	19	24	29	20	25	30	19,5	24,5	29,5
55	1	Caimito	10	10	10	12	14	16	11	12	13
55	2	Lagarto Caspi	19	22	25	18	34	50	18,5	28	37,5
55	3	Mashonaste	27	30	33	24	29	34	25,5	29,5	33,5
55	4	Bolaina Negra	17			15			16		

6, 9 y 12 corresponden a los meses posteriores al establecimiento.

E-O: Medida realizada considerando la orientación este – oeste.

N-S: Medida realizada considerando la orientación norte – sur.

Copa: Refiere al valor del diámetro de copa de las plantas.

## Anexo B. Panel de fotografías



Figura 5. Codificación de las especies.



Figura 6. Medición del diámetro de tallo en el caimito.





Figura 7. Medición de la altura total en caimito.



Figura 8. Medición de la altura total en shiringa.





Figura 9. Bolaina negra con hojas dañadas por el ataque de insectos.



Figura 10. Larva de lepidóptero que ocasionó daño a las hojas de algunas especies.



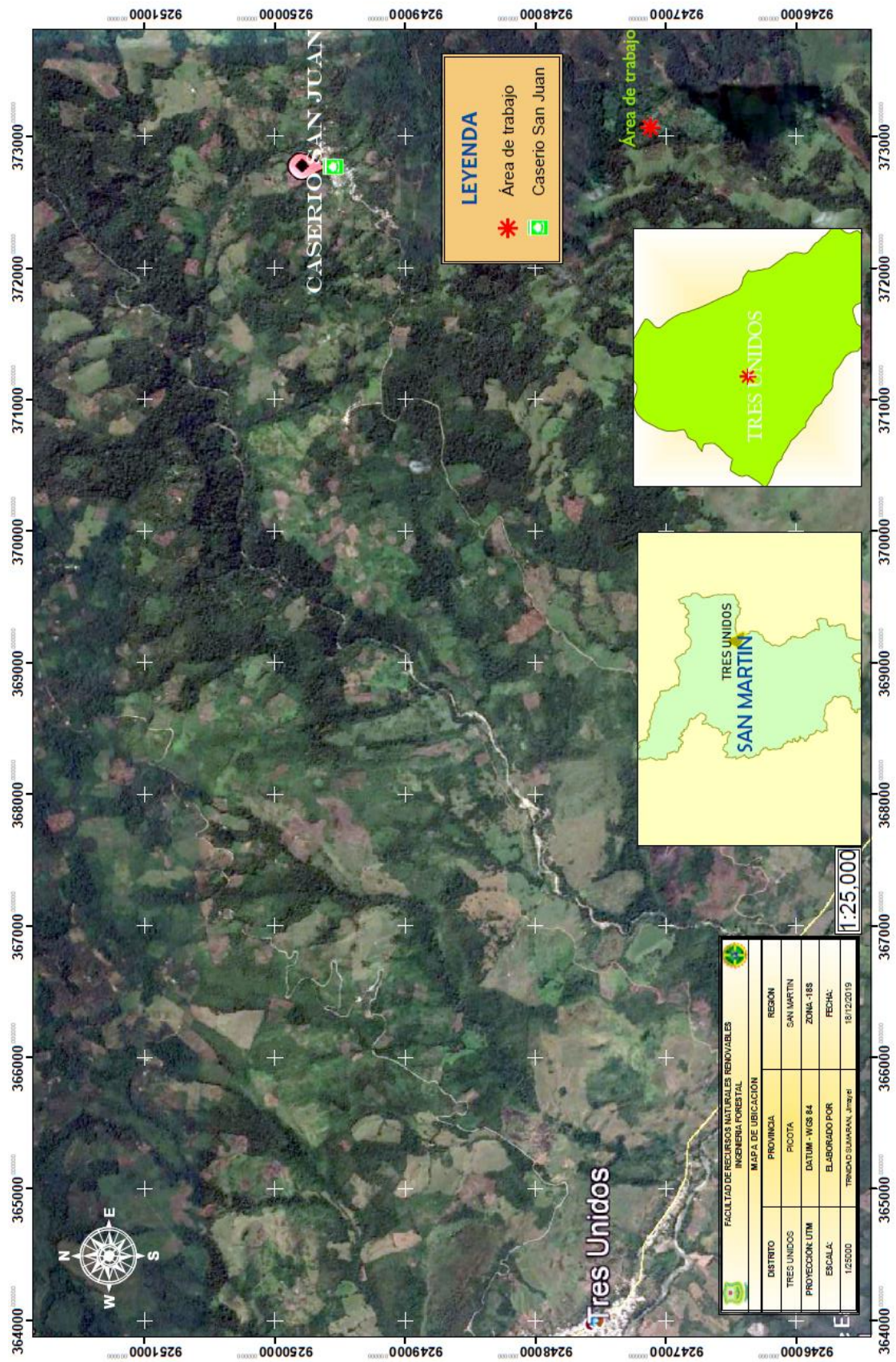


Figura 11. Mapa de ubicación.



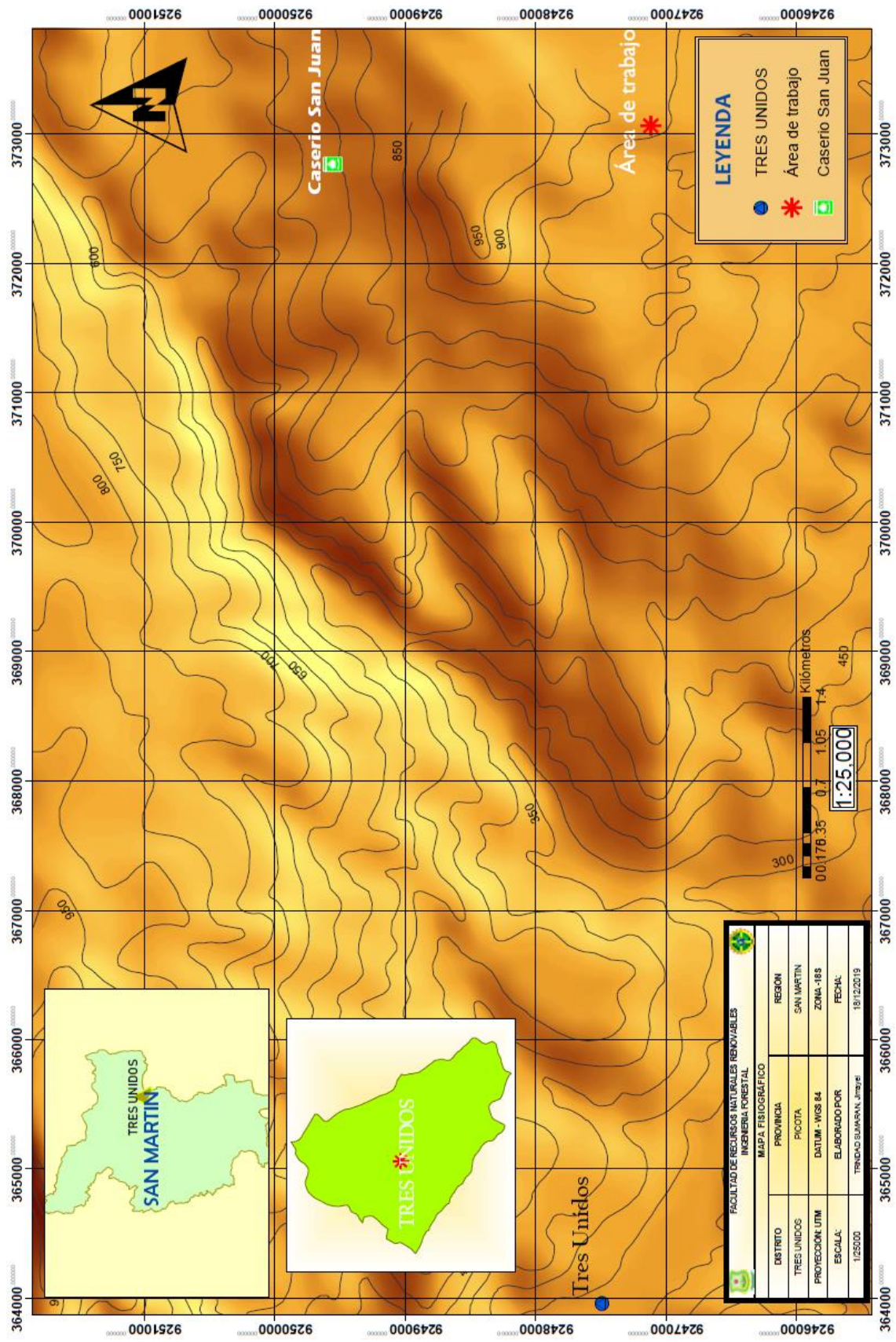


Figura 12. Mapa fisiográfico.



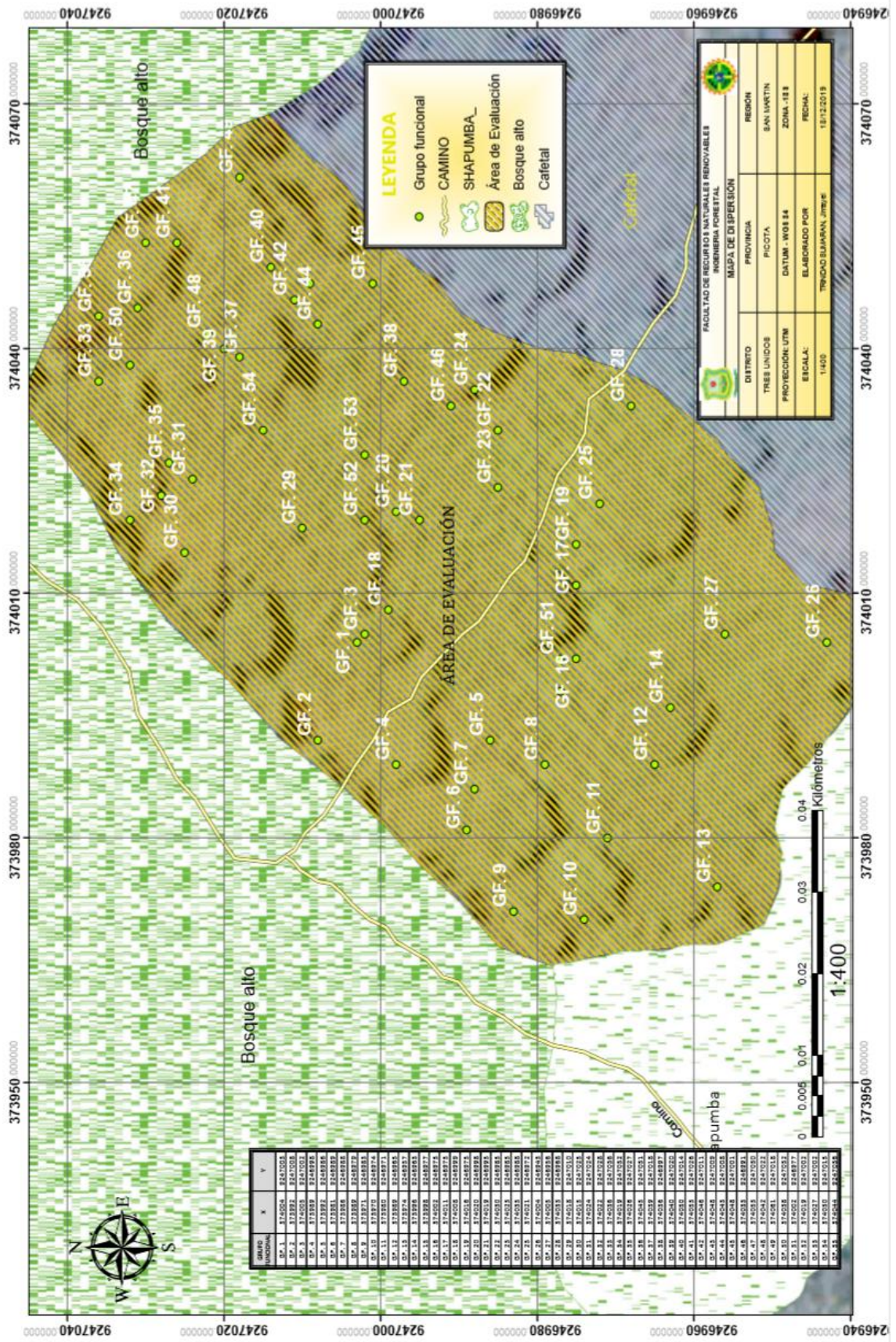


Figura 13. Mapa de dispersión.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARPOTO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES**



**ANÁLISIS DE SUELOS CARACTERIZACIÓN**

SOLICITANTE: CENTRO DE CONSERVACIÓN INVESTIGACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES CORDILLERA AZUL  
 FECHA DE MUESTREO: 8/08/2018  
 FECHA DE REPORTE: 6/09/2018  
 PROVINCIA: PICOTA  
 CULTIVO: ESPECIES FORESTALES  
 DISTRITO: TRES UNIDOS - SAN JUAN  
 AREA JENRY CAMPOS M1

N°	Análisis mecánico			Clase Textural	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100g)					% Sat. Bas.	% Aci. Inter	
	% Aren	% Arcilla	% Limo									Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>			Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
8	30	31	39	F Arci	4.5	73.9	3.23	0.2	5.41	81.4	9.3	6.96	0.41	0.6	0.1	1.16	1.25	87	14

pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	% M.O.	% N	P ppm	K ppm	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>
4.46	73.9	3.23	0.1615	5.41	81.4	6.96	0.41	0.12	0	1.25
Extremadamente ácido	No hay problemas de sales	Medio	Normal	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Alto

d.a  $\rightarrow$  1.32 t/m<sup>3</sup>

SOLICITANTE: CENTRO DE CONSERVACIÓN INVESTIGACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS  
 FECHA DE REPORTE: 6/09/2018

Existencia en suelo			Extracción de Especies Forestales			Balance	Reposición con fertilización orgánica mínima				
N	26.9	kg/ha	N	160	kg/ha	-133.1	Guano de isla	1210.36	kg/ha		g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.0	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	kg/ha	-78.0	Roca fosfórica		kg/ha		g/planta
K <sub>2</sub> O	72.2	kg/ha	K <sub>2</sub> O	180	kg/ha	-107.8	Sulfato de potasio	181.51	kg/ha		g/planta
MgO	8.7	kg/ha	MgO	45	kg/ha	-36.3	Sulpomag	287.78	kg/ha		g/planta
CaO	205.8	kg/ha	CaO	60	kg/ha	145.8			kg/ha		g/planta

Existencia en suelo			Extracción de Especies Forestales			Balance	Reposición con fertilización química mínima				
N	26.9	kg/ha	N	160	kg/ha	-133.1	Urea	318.17	kg/ha		g/planta
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.0	kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	kg/ha	-78.0	Fosfato diamónico	242.10	kg/ha		g/planta
K <sub>2</sub> O	72.2	kg/ha	K <sub>2</sub> O	180	kg/ha	-107.8	Sulfato de potasio	181.51	kg/ha		g/planta
MgO	8.7	kg/ha	MgO	45	kg/ha	-36.3	Sulpomag	287.78	kg/ha		g/planta
CaO	205.8	kg/ha	CaO	60	kg/ha	145.8			kg/ha		g/planta

La presente recomendación se hace considerando que se quiere instalar especies forestales y observando que el suelo es de fertilidad media por los niveles de los siguientes parámetros:

pH  $\rightarrow$  Extremadamente ácido  
 N  $\rightarrow$  Normal      K  $\rightarrow$  Bajo      Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup>  $\rightarrow$  Alto  
 P  $\rightarrow$  Bajo      Clase textural  $\rightarrow$  F Arci      Densidad  $\rightarrow$

Observando los parámetros obtenidos en el análisis de suelo, se plantea dos tipos de fertilización a elegir, una orgánica y una química; se recomienda aplicar:

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA		FERTILIZACIÓN QUÍMICA	
1210.36	kg/ha de Guano de isla	318.17	kg/ha de Urea
0.00	kg/ha de Roca fosfórica	242.10	kg/ha de Fosfato diamónico
181.51	kg/ha de Sulfato de Potasio	181.51	kg/ha de Sulfato de potasio
287.78	kg/ha de Sulpomag	287.78	kg/ha de Sulpomag
0.00		0.00	

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**  
 Facultad de Ciencias Agrarias  


---

**Ing. Carlos Verde Girbau**  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Figura 14. Resultados del análisis de suelos.