

**COMPARACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES DE RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA EN UN ÁREA POTRERIZADA DE LA SUBCUENCA RÍO LAS
PIEDRAS, POPAYÁN - CAUCA**



LINDALIA PINZÓN PARRA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2018**

**COMPARACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES DE RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA EN UN ÁREA POTRERIZADA DE LA SUBCUENCA RÍO LAS
PIEDRAS, POPAYÁN - CAUCA**

LINDALIA PINZÓN PARRA

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar al título de Bióloga

DIRECTOR

GIOVANNI VARONA BALCÁZAR
Profesor del programa de Biología

ASESORES

Mayra Alejandra Velasco Reyes MSc.
Diego Jesús Macías Pinto Mg.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
POPAYÁN
2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Giovanni Varona Balcázar
Director

Hernando Rafael Vergara Varela
Evaluador

Jorge Mario Becoche Mosquera
Evaluador

Popayán, 6 de Junio del 2018.

Dedicado a:

A mi madre Blanca Cecilia Parra Mendoza, por su apoyo en todo este proceso, por su paciencia, sus consejos y su amor incondicional.

A mi hermana Deisy Aviles Parra, por estar ahí alentándome, ayudándome en cada momento. Ya sus hijas por reconfortarme con su amor puro.

AGRADECIMIENTOS

A mi amigo y compañero Elver Jaime Chapal Arcos, por su ayuda en las salidas de campo, por su acompañamiento en los momentos difíciles y por los aportes constructivos.

A mis amigas, Heidy Aza, Diana Quintero, Laura Rengifo y Sandra Vivas, por su apoyo en todos esos momentos difíciles y por compartir conmigo este proceso.

A mi amigo Andrés Olaya, por su ayuda en todo momento.

A mis acompañantes de campo, Carlos Gallego, Mayra Ruiz, Natalia Pérez y Antonio Hoyos, por toda su disposición y colaboración en las salidas.

A mi director, Giovanni Varona, por su guía, sus consejos, su paciencia y su conocimiento.

A mis asesores, Mayra Alejandra Velasco Reyes y Diego Jesús Macías Pinto, por sus consejos, paciencia y conocimiento en este proceso.

Al semillero de Restauración Ecológica Fxiw, por su apoyo y conocimiento.

Al Acueducto y Alcantarillado de Popayán y a la Fundación Rio Piedras, por el apoyo al proyecto, con transporte, material vegetal y otros.

A Gladys Collazos, por su colaboración al permitir realizar el estudio en su Finca Arrayanales.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	19
INTRODUCCIÓN	20
1. JUSTIFICACIÓN	21
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo General	22
2.2. Objetivos Específicos	22
3. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	23
3.1. MARCO TEÓRICO	23
3.1.1. Perturbaciones	23
3.1.2. Sucesión.....	23
3.1.3. Restauración ecológica	24
3.1.4. Nucleación.....	25
3.1.5. Especies nativas y abono orgánico.....	25
3.2. ANTECEDENTES.....	26
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1. Localización del área de estudio	28
4.2. Desarrollo del trabajo	29
4.2.1. Evaluación florística del área de potrero aislado	30
4.2.2. Ubicación, establecimiento y monitoreo de las parcelas	30
4.3. Nucleación	32
4.3.1. Especies vegetales.....	32
4.3.2. Enriquecimiento del suelo.....	32
4.4. Seguimiento y evaluación	34
4.5. Análisis estadístico.....	35
5. RESULTADOS	35
5.1. Composición florística	35
5.1.1. Área de potrero cercada	35
5.1.2. Parcelas experimentales de restauración ecológica (7 meses después de establecer los núcleos de vegetación)	36

5.2. Núcleos de vegetación establecidos	38
5.2.1. Estado fitosanitario	38
5.2.2. Mortalidad.....	40
5.2.3. Crecimiento y desarrollo inicial del arreglo florístico y la incidencia del sustrato en los núcleos de vegetación establecidos.	43
6. DISCUSIÓN	53
7. CONCLUSIONES.....	56
8. RECOMENDACIONES.....	58
9. BIBLIOGRAFÍA.....	59
Anexos.....	62

LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO

	Pág.
Figura 1. Localización zona de estudio, Vereda Quintana, Municipio de Popayán, Departamento del Cauca.	29
Figura 2. a) Distribución de los bloques, subparcelas y núcleos. b) Tratamientos. c) distribución y distancia de la plantación en las subparcelas (Nucleación). d) Símbolos utilizados para diferenciar las especies sembradas en los núcleos de vegetación.	31
Figura 3. Establecimiento de los núcleos de vegetación. a) Parcela 1 (P1) bajo sombra. b) Parcela 2 (P2) expuesta al sol. c) Zanjas establecidas. d) Siembra de las plántulas.	33
Figura 4. Número de especies por familia en el área de potrero cercada.	36
Figura 5. Número de especies por familia en las parcelas experimentales de restauración ecológica después de 7 meses de establecidas.	37

Figura 6. Número de especies por núcleo.	38
Figura 7. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario (EF) en el tiempo (meses), de las especies establecidas.	40
Figura 8. Curvas de supervivencia obtenidas por el método de Kaplan-Meier. a) <i>Prunus</i> sp. con y sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Cordia resinosa</i> con y sin enriquecimiento del suelo. c) <i>Cedrela montana</i> con y sin enriquecimiento del suelo. d) <i>Smallanthus pyramidalis</i> con y sin enriquecimiento del suelo. e) <i>Pouteria</i> sp. con y sin enriquecimiento del suelo. f) <i>Phyllanthus salviifolius</i> con y sin enriquecimiento del suelo. g) <i>Myrcianthes</i> sp. con y sin enriquecimiento del suelo. h) <i>Ocotea</i> sp. con y sin enriquecimiento del suelo. i) <i>Delostoma integrifolium</i> con y sin enriquecimiento del suelo.	42
Figura 9. Comparación del comportamiento durante 7 meses de seguimiento de tres especies plantadas. a) Cobertura promedio de <i>Prunus</i> sp. (P1). b) Cobertura promedio de <i>Prunus</i> sp. (P2). c) Cobertura promedio de <i>Cordia resinosa</i> (P1). d) Cobertura promedio de <i>Cordia resinosa</i> (P2). e) Cobertura promedio de <i>Cedrela montana</i> (P1). f) Cobertura promedio de <i>Cedrela montana</i> (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a, d y f) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b, c y e).	45
Figura 10. Representación gráfica del comportamiento de <i>Smallanthus pyramidalis</i> durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de <i>Smallanthus pyramidalis</i> (P1). b) Cobertura promedio de <i>Smallanthus pyramidalis</i> (P2).	46
Figura 11. Representación gráfica del comportamiento de <i>Pouteria</i> sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de <i>Pouteria</i> sp. (P1). b) Cobertura promedio de <i>Pouteria</i> sp. (P2).	47
Figura 12. Representación gráfica del comportamiento de <i>Ocotea</i> sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de <i>Ocotea</i> sp. (P1). b) Cobertura promedio de <i>Ocotea</i> sp. (P2).	48

Figura 13. Representación gráfica del comportamiento de <i>Phyllanthus salviifolius</i> durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de <i>Phyllanthus salviifolius</i> (P1). b) Cobertura promedio de <i>Phyllanthus salviifolius</i> (P2).	49
Figura 14. Representación gráfica del comportamiento de <i>Myrcianthes</i> sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de <i>Myrcianthes</i> sp. (P1). b) Cobertura promedio de <i>Myrcianthes</i> sp. (P2).	50
Figura 15. Representación gráfica del comportamiento de <i>Delostoma integrifolium</i> durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de <i>Delostoma integrifolium</i> (P1). b) Cobertura promedio de <i>Delostoma integrifolium</i> (P2).	51
Figura 16. Comparación del comportamiento de la cobertura en <i>Prunus</i> sp. de la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (** $p < 0,001$).	51
Figura 17. Comparación del comportamiento de la cobertura en <i>Cordia resinosa</i> de la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (** $p < 0,001$).	52
Figura 18. Comparación del comportamiento de la cobertura en <i>Cedrela montana</i> de la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (** $p < 0,001$), (** $p < 0,01$).	52

LISTA DE TABLAS EN EL TEXTO

	Pág.
Tabla 1. Especies utilizadas en el arreglo florístico para el proceso de nucleación; Número de individuos por núcleo/Número total; Nombre común, nombre científico y usos ecológicos y para las comunidades.	34
Tabla 2. Número de individuos plantados y muertos por especie en los núcleos de vegetación.	41

LISTA DE ANEXOS EN EL DOCUMENTO

	Pág.
Anexo 1. Formato utilizado para la toma de datos en campo.	62
Anexo 2. Composición de especies vegetales en un área de potrero aislada durante 7 meses.	63
Anexo 3. Composición de especies en las parcelas experimentales de restauración ecológica después de 7 meses.	64
Anexo 4. Número de especies por núcleo.	66
Anexo 5. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de <i>Prunus</i> sp. a) <i>Prunus</i> sp. sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Prunus</i> sp. con capote de monte. c) <i>Prunus</i> sp. con aboniza.	68
Anexo 6. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de <i>Cordia resinosa</i> . a) <i>Cordia resinosa</i> sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Cordia resinosa</i> con capote de monte. c) <i>Cordia resinosa</i> con aboniza.	69
Anexo 7. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de <i>Cedrela montana</i> . a) <i>Cedrela montana</i> sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Cedrela montana</i> con capote de monte. c) <i>Cedrela montana</i> con aboniza.	70
Anexo 8. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de <i>Smallanthus pyramidalis</i> . a) <i>Smallanthus pyramidalis</i> sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Smallanthus pyramidalis</i> con capote de monte. c) <i>Smallanthus pyramidalis</i> con aboniza.	71
Anexo 9. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de <i>Pouteria</i> sp. a) <i>Pouteria</i> sp. sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Pouteria</i> sp. con capote de monte. c) <i>Pouteria</i> sp. con aboniza.	72
Anexo 10. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de <i>Ocotea</i> sp. a) <i>Ocotea</i> sp. sin enriquecimiento del suelo. b) <i>Ocotea</i> sp. con capote de monte. c) <i>Ocotea</i> sp. con aboniza.	73

- Anexo 11.** Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Phyllanthus salviifolius*. a) *Phyllanthus salviifolius* sin enriquecimiento del suelo. b) *Phyllanthus salviifolius* con capote de monte. c) *Phyllanthus salviifolius* con aboniza. 74
- Anexo 12.** Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Myrcianthes* sp. a) *Myrcianthes* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) *Myrcianthes* sp. con capote de monte. c) *Myrcianthes* sp. con aboniza. 75
- Anexo 13.** Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Delostoma integrifolium*. a) *Delostoma integrifolium* sin enriquecimiento del suelo. b) *Delostoma integrifolium* con capote de monte. c) *Delostoma integrifolium* con aboniza. 76
- Anexo 14.** Comportamiento de la cobertura de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Cobertura de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y b) y test no paramétrico de Kruskal-Wallis (c). (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$). 77
- Anexo 15.** Comportamiento de la cobertura de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo (Kruskal-Wallis). b) Cobertura de *Prunus* sp. con capote de monte (Kruskal-Wallis). c) Cobertura de *Prunus* sp. con aboniza (Kruskal-Wallis). Los datos representan la media \pm SEM para test no paramétrico de Kruskal-Wallis. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$). 77
- Anexo 16.** Comportamiento de *Prunus* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Prunus* sp. (P1). b) Altura total promedio de *Prunus* sp. (P2). c) Altura fuste promedio de *Prunus* sp. (P1). d) Altura fuste promedio de *Prunus* sp. (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y c) y test no paramétrico de Kruskal-Wallis (b y d). 78

Anexo 17. Comportamiento de la altura total de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura total de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p<0,05$).

79

Anexo 18. Comportamiento de la altura total de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura total de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (b) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a y c). (* $p<0,05$), (** $p<0.01$), (***) $p<0,001$).

79

Anexo 19. Comportamiento de la altura del fuste de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura del fuste de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía.

80

Anexo 20. Comportamiento de la altura del fuste de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura del fuste de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test no paramétrico de Kruskal- Wallis. (* $p<0,05$), (** $p<0.01$), (***) $p<0,001$).

80

Anexo 21. Comportamiento de la cobertura de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo (ANOVA). b) Cobertura de *Cordia resinosa* con capote de monte (Kruskal-Wallis). c) Cobertura de *Cordia resinosa* con aboniza (ANOVA). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b). (* $p<0,05$), (** $p<0.01$), (***) $p<0,001$).

81

Anexo 22. Comportamiento de la cobertura de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Cobertura de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (b y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a). (* $p<0,05$), (** $p<0.01$), (***) $p<0,001$).

81

Anexo 23. Comportamiento de *Cordia resinosa* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Cordia resinosa* (P1). b) Altura total promedio de *Cordia resinosa* (P2). c) Altura fuste promedio de *Cordia resinosa* (P1). d) Altura fuste promedio de *Cordia resinosa* (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test no paramétrico de Kruskal- Wallis.

82

Anexo 24. Comportamiento de la altura total de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura total de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y b) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (c). (* $p<0,05$), (** $p<0.01$), (***) $p<0,001$).

83

Anexo 25. Comportamiento de la altura total de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura total de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$).

83

Anexo 26. Comportamiento de la altura del fuste de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).

84

Anexo 27. Comportamiento de la altura del fuste de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y b) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (c).

84

Anexo 28. Comportamiento de la cobertura de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Cobertura de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a y b). (* $p < 0,05$).

85

Anexo 29. Comportamiento de la cobertura de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Cobertura de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b).

85

Anexo 30. Comportamiento de *Cedrela montana* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Cedrela montana* (P1). b) Altura total promedio de *Cedrela montana* (P2). c) Altura del fuste promedio de *Cedrela montana* (P1). d) Altura del fuste promedio de *Cedrela montana* (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (b, c y d) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a).

86

Anexo 31. Comportamiento de la altura total de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura total de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a y b). (* $p < 0,05$).

87

Anexo 32. Comportamiento de la altura total de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura total de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0.01$).

87

- Anexo 33.** Comportamiento de la altura del fuste de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (** $p < 0.01$), (***) $p < 0,001$). 88
- Anexo 34.** Comportamiento de la altura del fuste de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0.01$), (***) $p < 0,001$). 88
- Anexo 35.** Representación gráfica del comportamiento de *Smallanthus pyramidalis* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P1). b) Altura del fuste promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P1). c) Altura total promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P2). d) Altura del fuste promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P2). 89
- Anexo 36.** Representación gráfica del comportamiento de *Pouteria* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Pouteria* sp. (P1). b) Altura del fuste promedio de *Pouteria* sp. (P1). c) Altura total promedio de *Pouteria* sp. (P2). d) Altura del fuste promedio de *Pouteria* sp. (P2). 90
- Anexo 37.** Representación gráfica del comportamiento de *Ocotea* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Ocotea* sp. (P1). b) Altura del fuste promedio de *Ocotea* sp. (P1). c) Altura total promedio de *Ocotea* sp. (P2). d) Altura del fuste promedio de *Ocotea* sp. (P2). 91

- Anexo 38.** Representación gráfica del comportamiento de *Phyllanthus salviifolius* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P1). b) Altura del fuste promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P1). c) Altura total promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P2). d) Altura del fuste promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P2). 92
- Anexo 39.** Representación gráfica del comportamiento de *Myrcianthes* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Myrcianthes* sp. (P1). b) Altura del fuste promedio *Myrcianthes* sp. (P1). c) Altura total promedio de *Myrcianthes* sp. (P2). d) Altura del fuste promedio de *Myrcianthes* sp. (P2). 93
- Anexo 40.** Representación gráfica del comportamiento de *Delostoma integrifolium* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Delostoma integrifolium* (P1). b) Altura del fuste promedio *Delostoma integrifolium* (P1). c) Altura total promedio de *Delostoma integrifolium* (P2). d) Altura del fuste promedio de *Delostoma integrifolium* (P2). 94
- Anexo 41.** Comparación del comportamiento de *Prunus* sp. en la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. a) Altura total de *Prunus* sp. b) Altura del fuste de *Prunus* sp. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (** $p < 0,01$). 95
- Anexo 42.** Comparación del comportamiento de *Cordia resinosa* en la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. a) Altura total de *Cordia resinosa*. b) Altura del fuste de *Cordia resinosa*. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$, (**) $p < 0,01$, (*) $p < 0,05$). 95
- Anexo 43.** Comparación del comportamiento de *Cedrela montana* en la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. a) Altura total de *Cedrela montana*. b) Altura del fuste de *Cedrela montana*. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$. 96

- Anexo 44.** a) Vista panorámica de núcleos de vegetación establecidos en el área de potrero aislada y el bosque de referencia. b) núcleos de vegetación establecidos. 96
- Anexo 45.** Especies vegetales establecidas. a) *Pouteria* sp., *Smallanthus pyramidalis* y *Myrcianthes* sp. respectivamente. b) *Delostoma integrifolium*, *Ocotea* sp. y *Prunus* sp. respectivamente. c) *Cedrela montana*, *Cordia resinosa* y *Phyllanthus salviifolius* respectivamente. 97
- Anexo 46.** a) Algunos representantes de la familia Poaceae, *Hypochaeris radicata* y *Leucanthemum vulgare*. b) Exceso de agua en bloques. 98
- Anexo 47.** a) Entomofauna polinizadora pertenecientes a las familias: *Syrphidae*, *Apidae* y *Muscidae* respectivamente. b) Entomofauna patógena pertenecientes a las familias: *Chrysomelidae*, *Reduviidae* y *Membracidae* respectivamente. 98

RESUMEN

Se establecieron dos parcelas experimentales de restauración ecológica permanentes (una bajo sombra y otra expuesta al sol), cada una con 6 bloques y cada bloque con dos subparcelas con y sin tratamiento en un área de potrero en la finca Arrayanales y se comparó el establecimiento de núcleos de vegetación con utilización de dos tipos de sustrato (abono orgánico (aboniza) y capote de monte). Se trabajó con 9 especies por presencia en el ecosistema de referencia, disponibilidad y usos ecológicos. Los aspectos evaluados fueron: Altura total, altura del fuste, cobertura de la copa, mortalidad y estado fitosanitario (EF), se registró reclutamiento y establecimiento de especies en los bloques y núcleos establecidos. Los datos de cobertura, altura total y altura del fuste se analizaron por medio de la media \pm SEM. Se realizaron pruebas paramétricas de ANOVA y pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis. Además, se realizaron curvas de supervivencia por medio del método de Kaplan-Meier. Se registró un total de 22 familias, 41 generos y 44 especies establecidas observandose que el aumento en la diversidad de especies vegetales se debio a la remocion del suelo. En cuanto a las especies plantadas, las variables de altura y cobertura arrojaron diferencias significativas. De acuerdo a los resultados, la parcela que se ubicó bajo sombra beneficia el establecimiento y desarrollo de las especies plantadas. El capote de monte presentó mayor efectividad en el desarrollo de las especies. *Delostoma integrifolium* y *Smallanthus pyramidalis*, fueron las especies que presentaron mayor crecimiento y menor tasa de mortalidad.

Palabras clave: Restauración ecológica, nucleación, plantas nativas, capote de monte, aboniza, estado fitosanitario (EF).

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los ecosistemas de la biosfera han sido transformados por el ser humano por efecto de actividades como la deforestación, producción agropecuaria, minería, desarrollo industrial, urbanización, introducción de especies exóticas, entre otras. Como resultado del desarrollo no planeado o indebido de dichas actividades, se han generado serios problemas ambientales tales como la pérdida de la biodiversidad, contaminación, pérdida de servicios ambientales que ofrecen dichos ecosistemas, como el agua, suelo, recursos animales y vegetales, fijación de CO², entre otros; lo que conlleva a graves consecuencias para la sostenibilidad de las sociedades presentes y futuras (Vargas y Mora, 2008).

En Colombia, los bosques más afectados por la presión colonizadora y con más altas tasas de deforestación son los ecosistemas de montaña y alta montaña (Velasco-Linares y Vargas, 2008). Debido a lo anterior se han venido desarrollando diferentes estrategias que permitan la recuperación de estos biomas. La creación de reservas naturales es una de las herramientas que permite la conservación de ecosistemas naturales, tal es el caso de la reserva Arrayanales, ubicada en la vereda Quintana en Popayán – Cauca, la cual cuenta con un área de 62.6 hectáreas de bosque natural secundario. No obstante, la reserva se encuentra rodeada por una matriz de pastizales para cría de ganado bovino, por lo que se hace necesario implementar estrategias que permitan la recuperación de algunos parches de bosque alrededor de dicha reserva.

Por lo anterior, el presente proyecto tiene como propósito comparar el establecimiento y desarrollo de núcleos de vegetación en dos parcelas experimentales de restauración ecológica en un área de potrero en la finca Arrayanales ubicada en la sub-cuenca Río las Piedras, Popayán – Cauca con utilización de dos tipos de sustrato (abono orgánico (aboniza) y capote de monte).

1. JUSTIFICACIÓN

Desde la antigüedad los seres humanos han trabajado la tierra con el fin de obtener productos para su sustento. A medida que pasa el tiempo la población mundial crece, por lo que se genera un aumento en la demanda de los diferentes productos que se encuentran en el mercado, esto ha provocado que no se realice un uso sostenible del suelo, lo que conlleva a la pérdida parcial y total de muchos ecosistemas alrededor del mundo (Gudynas, 2004). Por tal motivo en muchos países se vienen realizando diferentes estrategias de restauración ecológica con el fin último de recuperar y conservar diferentes ecosistemas.

En el caso concreto de Colombia, los bosques andinos son uno de los que mayor diversidad biológica alberga y que han sido altamente deforestados para la formación de potreros para crianza de ganado bovino y producción agrícola. Estas invasiones han sido limitadas por la generación de algunas medidas de conservación, como lo son las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC). El Artículo 109 de la Ley 99 de 1993, define una RNSC como “la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales, cuyas actividades productivas y usos se establecerán de acuerdo a reglamentación, con la participación de las organizaciones sin ánimo de lucro de carácter ambiental”, estas reservas se generan por decisión autónoma de los propietarios.

La reserva natural Arrayanales es una de las muchas Reservas Naturales de la Sociedad Civil dedicadas a la conservación de ecosistemas naturales, según el Artículo 54 del Decreto 1640 del 2012 debe haber una “planificación y administración de los recursos naturales renovables de la microcuenca, mediante la ejecución de proyectos y actividades de preservación, restauración y uso sostenible de las microcuencas”, esta reserva cuenta con un área de 62.6 hectáreas de bosque natural secundario. Es importante tener en cuenta que el área de estudio se encuentra al lado de un humedal el cual provee agua a la quebrada Arrayanales y esta a su vez surte al Rio las piedras del cual se suministra agua potable a gran parte de la ciudad de Popayán-Cauca.

Debido a la gran importancia de los ecosistemas presentes en las áreas de reserva natural, localizadas en la Sub Cuenca Río Las Piedras y teniendo en cuenta la trascendencia que adquiere la restauración ecológica la cual se deriva de la existencia generalizada de distintas formas de degradación de los recursos naturales y de las condiciones ambientales que se manifiestan en aspectos tales como la pérdida de vegetación, suelos, aguas contaminadas; pérdida de recursos genéticos; erosión; mortalidad o baja reproducción de las especies; cambio climático, geológicos, evolutivos; extinción de las especies, entre otros (UICN *et al.*, 1991). Por lo anterior, es necesario establecer parcelas experimentales con el fin de evaluar procesos de nucleación que permitan generar lineamientos para los métodos de restauración ecológica y promover la recuperación de la biodiversidad e incrementar la provisión de los servicios ecosistémicos, además de revertir los procesos dañinos causados por el avance del ser humano en zonas de bosque y recuperar la vegetación en el área cerca de la reserva natural.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Comparar el establecimiento de núcleos de vegetación en dos parcelas experimentales de restauración ecológica en un área de potrero en la finca Arrayanales ubicada en la sub-cuenca Río las Piedras, Popayán – Cauca.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el estado actual a nivel florístico de un área de potrero aislada.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo inicial del arreglo florístico en los núcleos de vegetación establecidos.
- Identificar la incidencia del sustrato en el desarrollo de los núcleos.

3. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

3.1. MARCO TEÓRICO

3.1.1. Perturbaciones

Los ecosistemas continuamente están siendo influidos por las perturbaciones. Una perturbación es un hecho relativamente discreto, como un incendio, una tormenta de viento, una inundación, temperaturas extremadamente frías, sequías y epidemias, que interrumpen la función y la estructura de la comunidad (Smith y Smith, 2007). Estos disturbios, pueden ser de origen natural o antrópico. Las perturbaciones naturales son todas aquellas que se dan por fenómenos de la naturaleza, éstos a su vez se miden por su intensidad, escala y frecuencia. Por otro lado, las perturbaciones antrópicas son generadas por el uso que el ser humano le da a la tierra, entre éstos podemos encontrar la tala de árboles para diferentes fines, como lo son la ganadería, la agricultura, entre otros. Las perturbaciones antrópicas también se miden en intensidad, escala y frecuencia, pues al cambiar el uso de la tierra también se cambian las dinámicas de los ecosistemas y en general del paisaje. Es así como en la actualidad encontramos bosques altamente deforestados, donde quedan pequeños fragmentos, a los cuales los rodea una matriz de pastizales o monocultivos (Simula y Mansur, 2011; Thompson, 2011).

3.1.2. Sucesión

La recuperación a largo plazo comprende el proceso de sucesión secundaria en que la característica de las especies de la comunidad original reemplaza al final a las primeras especies colonizadoras (Smith y Smith, 2007). Para que se genere un proceso sucesional deben presentarse varias etapas: 1) que suceda u ocurra un disturbio para que se genere un claro, parche o espacio libre de cobertura vegetal en pie; 2) que haya oferta de nutrientes, agua y luz adecuadas a las necesidades de las especies (sus atributos vitales) en las diferentes etapas serales; 3) que haya oferta variada de propágulos (semillas y partes de tallos y raíces); 4) que las especies tengan o presenten comportamientos diferenciales; 5) que haya interacciones de tipo intraespecífico e interespecífico (facilitación, inhibición, tolerancia, mutualismo, antagonismo, comensalismo, etc.).

Dependiendo de las condiciones de afectación en que se encuentren los sitios o áreas disturbadas, así como las áreas adyacentes, se puede presentar una trayectoria u otra en el proceso de la sucesión (Barrera *et al.*, 2010). Estos procesos de sucesión natural pueden tardar muchos años si los factores tensionantes persisten, en este sentido realizar esfuerzos para restaurar las comunidades naturales afectadas por las actividades humanas puede ser una opción para recuperar ecosistemas altamente degradados. En este sentido, la **ecología de la restauración** es un nuevo enfoque de la intervención humana para recuperar éstos ambientes disturbados.

3.1.3. Restauración ecológica

Según Vargas y Mora (2008) “La restauración ecológica ha sido concebida como el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben ser dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar”.

La restauración ecológica comprende diferentes procesos que van desde quitar el factor tensionante y dejar que el ecosistema se recupere, hasta procesos que implican la reintroducción de especies nativas para acelerar los procesos sucesionales, esto con el fin de reducir especies invasoras que retrasan los procesos de sucesión. Técnicas como la reforestación son usadas para la recuperación de zonas potrerizadas; sin embargo, muchos de los individuos plantados no sobreviven a las drásticas condiciones presentes en los potreros, perdiendo gran cantidad de material vegetal y esfuerzos económicos y humanos (León *et al.*, 2008). Una estrategia de R.E. es utilizar plantas de rápido crecimiento, resistentes a condiciones altas de disturbio y formadoras de dosel, que puedan establecerse de manera rápida y con esto permita modificar las condiciones microambientales propias de los potreros hacia condiciones más favorables, que permitan el establecimiento de diferentes especies nativas, lo que facilitaría el proceso de sucesión natural.

3.1.4. Nucleación

Una de las técnicas utilizadas en la restauración ecológica es la nucleación; según Reis *et al.* (2010) la nucleación es una técnica que utiliza pequeños núcleos de vegetación en tierras degradadas como puntos de partida para la regeneración de la vegetación. Existen seis técnicas de nucleación diferentes que se utilizan normalmente en programas de restauración: perchas artificiales, transposición del suelo, plantación en islas, grupos de Anderson, perchas naturales y regeneración natural (Boanares y Schetini, 2012). La Nucleación Aplicada (es decir, el establecimiento de pequeños parches de arbustos y/o árboles para servir como áreas focales para la recuperación) es una estrategia que utiliza los principios de la colonización de los paisajes no forestales de vegetación leñosa para restaurar la cubierta forestal (Corbin y Holl, 2012).

3.1.5. Especies nativas y abono orgánico

Durante muchos años, se utilizaron especies vegetales de rápido crecimiento, las cuales colonizan los paisajes de forma rápida; pero estas especies llegaban a convertirse en invasoras, imposibilitando en muchos casos la aparición de las especies nativas. Se entiende por plantas nativas, a aquellas plantas que se originaron naturalmente en el lugar donde se encuentran antes de la existencia misma del ser humano. Por lo que la introducción artificial de plántulas o la siembra directa de las semillas de especies nativas puede funcionar como mecanismo para facilitar la regeneración natural, acelerando la acumulación de biomasa y diversidad (Ferreira y Santos, 2012; Omeja *et al.*, 2011) y al mismo tiempo favoreciendo el establecimiento de estas especies cuando compiten con especies exóticas (Lesica y Allendorf, 1999). Con el fin de que las plantas nativas tengan una mayor posibilidad de adaptarse en suelos altamente degradados y con pocos nutrientes, se utilizan abonos orgánicos. Según Mosquera (2010) los abonos orgánicos “son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, estos abonos son ricos en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajos en elementos inorgánicos”.

3.2. ANTECEDENTES

Casi todos los ecosistemas de nuestro planeta, así como los diferentes bosques presentan disturbios derivados de distintas actividades humanas como la agricultura y el pastoreo. Ante esta problemática y con el interés de recuperar la vegetación nativa, se han venido desarrollando investigaciones que faciliten acelerar los procesos de sucesión, así como también encontrar especies nativas a cada localidad combinada con estrategias que permitan una restauración exitosa en menos tiempo de lo que sucedería en un proceso de restauración natural “no asistido”. En este contexto se han realizado estudios en diferentes países con la misma finalidad, pero utilizando distintos métodos y estrategias de restauración. Por ejemplo, el más “sencillo” es intervenir el sitio de restauración y dejar que el área se recupere por si sola sin ninguna intervención humana, pero ante esto queda la duda de que si se van a recuperar la capacidad de los bosques o si se convertirán en praderas permanentes. Así Aide *et al.* (1995) en Puerto Rico, demostraron que la biomasa leñosa no aumentó sustancialmente hasta unos 15 años después del abandono, ya que la recuperación de los pastos se retrasa en gran medida en comparación con la recuperación del bosque después de otros tipos de perturbaciones humanas y naturales. Por otra parte según Almeida *et al.* (2016) en un estudio realizado en el estado de Paraná, Brasil, demostraron que la utilización de perchas artificiales ayuda al establecimiento de plántulas por la atracción de aves dispersoras de semillas lo cual fue eficaz para acelerar el proceso de recuperación del bosque atlántico de Brasil. Otras investigaciones como la de Zahawi (2008), se evaluó el éxito del establecimiento y el crecimiento de la plantación de 'estacas' vegetativas de gran tamaño (> 4 m de altura) de tres especies en tres sitios diferentes en el sur de Costa Rica, el trabajo presentó un aporte importante en la restauración tropical, debido a que las estacas pueden ser plantadas como individuos solitarios en potreros abandonados con el objetivo de imitar el papel que desempeñan los árboles remanentes, actuando así como perchas de dispersores de semillas y contribuyendo a acelerar la recuperación del bosque. Otra estrategia es utilizar especies de sucesión temprana para ayudar a establecerse plantas de diferentes etapas de sucesión, en este sentido Avendaño-Yáñez *et al.* (2014), en Veracruz, México, analizaron el potencial facilitador de dos especies de sucesión

temprana, *Alnus acuminata* y *Trema micrantha*, sobre la supervivencia y crecimiento de especies de sucesión intermedias (*Juglans piriforme* y *Quercus insignis*) y una especie de sucesión tardía *Oreomunnea mexicana*. Las tasas de crecimiento anual (cobertura, diámetro y altura) no fueron diferentes en ambos experimentos (bajo el dosel de *A. acuminata* y *T. micrantha*), con respecto al tratamiento (bajo el dosel vs. áreas abiertas) y las especies (especies objetivo). Sin embargo, la supervivencia de las especies de sucesión intermedias y sucesión tardía bajo el dosel de *A. acuminata* y *T. micrantha* fue significativamente mayor que en las áreas abiertas ausentes de estas últimas.

En Colombia también se han hecho numerables estudios de restauración con el propósito de recuperar los bosques altoandinos, los bosques secos tropicales (bs-T), entre otros ecosistemas. Murcia (1997) halló que aunque los Alisos pueden crear una cubierta forestal en un tiempo más corto, la regeneración natural podría ser una mejor estrategia para la recuperación y conservación de la biodiversidad; sin embargo, este autor sugiere que ambas estrategias de restauración pueden aumentar la riqueza de especies y la heterogeneidad espacial en el plano horizontal. Por tanto, es conveniente encontrar nuevas estrategias, como arreglos florísticos y especies de plantas adecuadas para este propósito, tal como lo indican Riveros-Sarmiento *et al.* (2008), quienes llevaron a cabo tratamientos con arreglos florísticos de dos especies nativas (*Myrcianthes leucoxylla* y *Macleania rupestris*), las cuales fueron seleccionadas a partir del diagnóstico de la vegetación proceso que mostró un alto indicador de presencia de ellas en la zona, mostrando además altas cualidades como inductoras de matorrales y encenillal. Por otro lado, la aplicación de nutrientes como lo demuestra (Hernández-Pineda *et al.*, 2014), estos autores encontraron que para una de las especies (*Baccharis macrantha*) utilizada en su trabajo, la aplicación de nutrientes tuvo un beneficio considerable en el crecimiento en altura y cobertura, resultando así útil para la implementación de actividades de restauración ecológica en pastizales. Por otra parte, Gutierrez (2012) observó, que las especies sembradas en los núcleos constituyen a largo plazo una buena alternativa para diversificar la vegetación y avanzar en el proceso de regeneración natural, teniendo en cuenta que de otra manera estas especies tardarían mucho tiempo en llegar y establecerse de forma natural. Considerando lo anterior, es necesario adaptar estos

proyectos a las especies y a las condiciones ambientales del lugar a restaurar (Romero, 2005). Se debe agregar que el estado seral en que se encuentre el área a restaurar influye en el establecimiento de las especies vegetales utilizadas en procesos de restauración ecológica, tal como lo demuestra Martínez (2017), quien utilizó arreglos florísticos con 8 especies, las cuales fueron establecidas en áreas de potrero y rastrojo, obteniendo que el sitio efectivo para el establecimiento de las especies fue el rastrojo en comparación con el área pastoreada.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó en la finca Arrayanales, localizada en la cuenca del río Las Piedras, vereda Quintana, al nororiente del municipio de Popayán, departamento del Cauca, con coordenadas 2° 26' 49,6" N y 76° 25' 56,4" O. Está ubicada a una altura de 2609 msnm considerándose bosque Andino según Cuatrecasas (1934), con una temperatura promedio de 15 °C y pendientes del 13 al 25 %. La finca es propiedad de la señora Gladys Collazos y está constituida como reserva de la sociedad civil y hace parte de la Red de Reservas de Popayán (Figura 1).

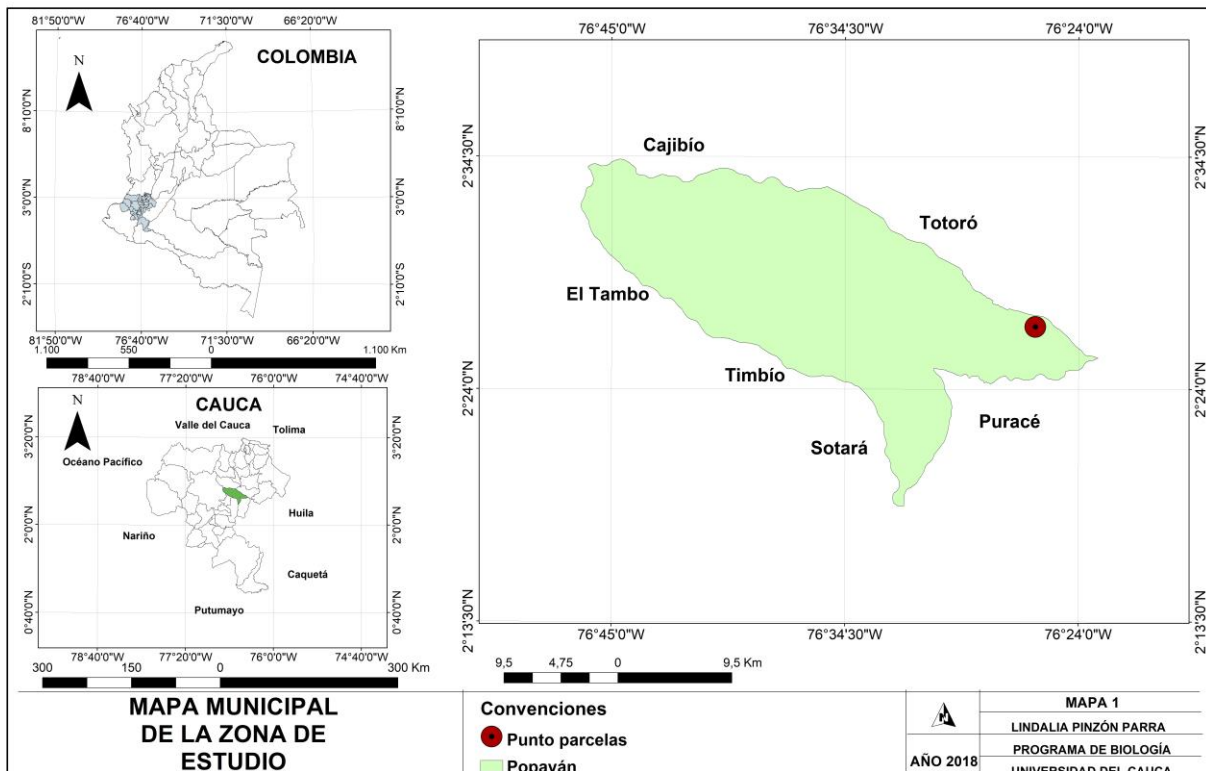


Figura 1. Localización zona de estudio, Vereda Quintana, Municipio de Popayán, Departamento del Cauca.

La propiedad de la señora Gladys Collazos cuenta con un área total de 34 hectáreas, de las cuales 18 hectáreas hacen parte de la Reserva Natural Arrayanales. Ésta es una de las reservas con mayor área de bosque natural, el área se encuentra en la boca del valle de la quebrada Arrayanales, lo que permite la ascensión permanente de masas húmedas que corresponden a condiciones climáticas locales. La propiedad en la que se encuentra la reserva la actividad económica principal es la ganadería y por tanto se tienen extensas áreas de potrero rodeando los fragmentos de bosque; con la finalidad de apoyar este experimento, fue aislado con cerca de alambre un área de potrero que fue cedida por la propietaria del predio (figura 1b).

4.2. Desarrollo del trabajo

El trabajo consto de dos fases: en la primera fase, se cercó un área de potrero que se encuentra en el límite de un bosque en sucesión donde se hizo un inventario de la

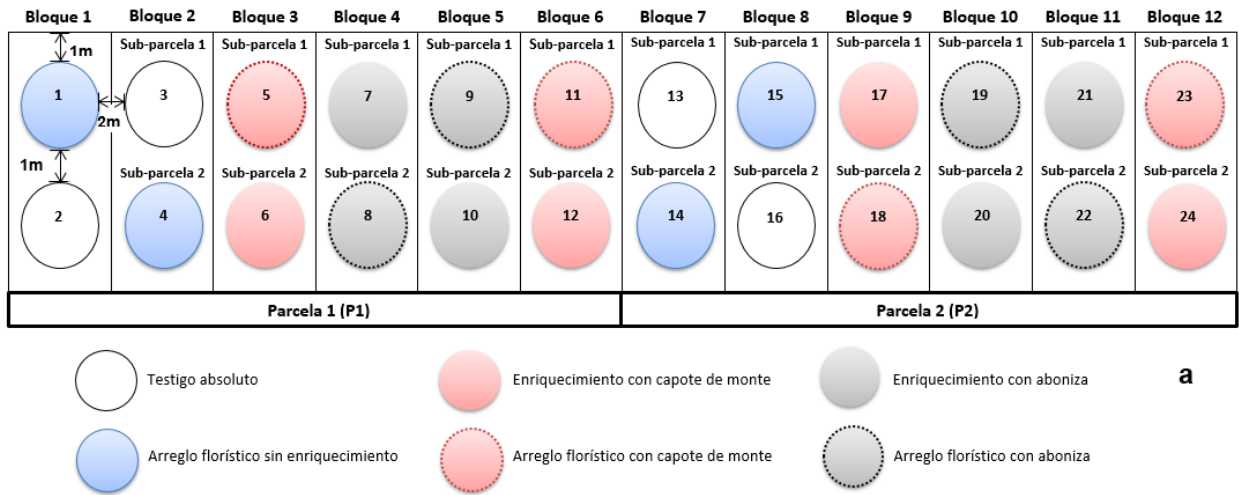
cobertura vegetal. En la segunda fase se hizo la ubicación, establecimiento y monitoreo de las parcelas de restauración ecológica.

4.2.1. Inventario florístico del área de potrero aislado

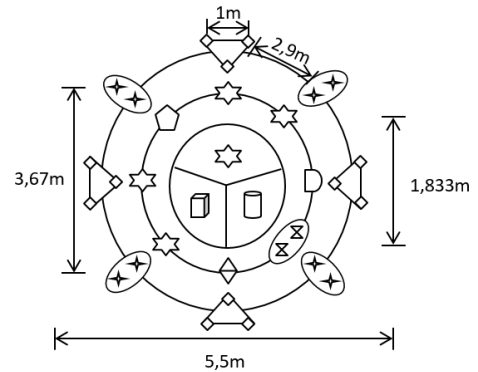
Teniendo en cuenta que esta área había sido utilizada para crianza de ganado bovino, fue importante determinar que especies se encontraban establecidas en ese momento, por lo tanto se realizó un inventario de las especies vegetales, para esto se establecieron al azar 15 parcelas no permanentes de 1m², además de registrar las especies que se fueron estableciendo durante el proceso de restauración (Ramírez-Padilla, 1995). El material fértil se procesó, numeró y depositó en el Herbario de la Universidad del Cauca (CAUP). La determinación del material botánico herborizado, se hizo mediante comparación con exsiccados del Herbario de la Universidad del Cauca.

4.2.2. Ubicación, establecimiento y monitoreo de las parcelas

El área de potrero que se cercó se encuentra en el límite de un bosque en sucesión en la cual se hicieron las mediciones para establecer dos parcelas rectangulares de 15 x 45 m. para la nucleación siguiendo el diseño de bloques al azar (Modificado de Riveros-Sarmiento *et al.* 2008). Cada parcela tiene seis bloques, cada bloque tiene dos sub-parcelas circulares con un diámetro de 5.5 m, con y sin tratamiento (Figura 2a). La parcela 1 se ubicó bajo la sombra del bosque de referencia y la parcela 2 quedo expuesta al sol (figura 3a y b).



Tratamientos	
Testigo absoluto	Sin arreglo florístico ni enriquecimiento
Enriquecimiento con capote de monte	Enriquecimiento del suelo con suelo del bosque de referencia.
Enriquecimiento con aboniza	Enriquecimiento del suelo con aboniza a base de estiércol de ganado bovino.
Arreglo florístico sin enriquecimiento	Plantas nativas establecidas en cada núcleo (figura 2c) sin enriquecimiento del suelo.
Arreglo florístico y enriquecimiento con capote de monte	Plantas nativas establecidas en cada núcleo (figura 2c) con enriquecimiento del suelo utilizando capote de monte.
Arreglo florístico y enriquecimiento con aboniza	Plantas nativas establecidas en cada núcleo (figura 2c) con enriquecimiento del suelo utilizando aboniza.



Nombre Científico	Símbolos en el núcleo de vegetación
<i>Prunus</i> sp.	△
<i>Cordia resinosa</i> Estrada	⊕
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	☆
<i>Smalanthus pyramidalis</i> (Triana) H.Rob.	⊗
<i>Pouteria</i> sp.	◇
<i>Ocotea</i> sp.	◡
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	D
<i>Myrcianthes</i> sp.	□
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	▭

Figura 2. a) Distribución de los bloques, subparcelas y núcleos. b) Tratamientos. c) distribución y distancia de la plantación en las subparcelas (Nucleación). d) Símbolos utilizados para diferenciar las especies sembradas en los núcleos de vegetación.

4.3. Nucleación

4.3.1. Especies vegetales

Una vez establecida la parcela de monitoreo en el área, se procedió a la elaboración de los núcleos de restauración en los cuales se plantaron 32 individuos de 9 especies nativas previamente seleccionadas (ver tabla 1). Los criterios de selección fueron: encontrarse en el bosque de referencia, disponibilidad, relación con el agua, amplia cobertura de copa y capacidad de colonizar matrices de pasto (Montenegro y Vargas, 2008). Se hicieron arreglos en cada núcleo de 1-3 individuos (Figura 2c), también se establecieron límites de 15 cm con remoción de suelo que sirviera como punto de referencia de las mediciones para la siembra de las plantas (figura 3c), posteriormente se siguió con las labores requeridas en la siembra de especies.

4.3.2. Enriquecimiento del suelo

Para garantizar que la plántula sembrada tenga los nutrientes suficientes se le aplicó dos tratamientos uno contó con abono orgánico (aboniza) y el otro fue suelo extraído del bosque de referencia. Además, se enriqueció el suelo donde no se sembraron plantas con el fin de aportar nutrientes que permitieran el establecimiento de especies vegetales de ese estado sucesional.

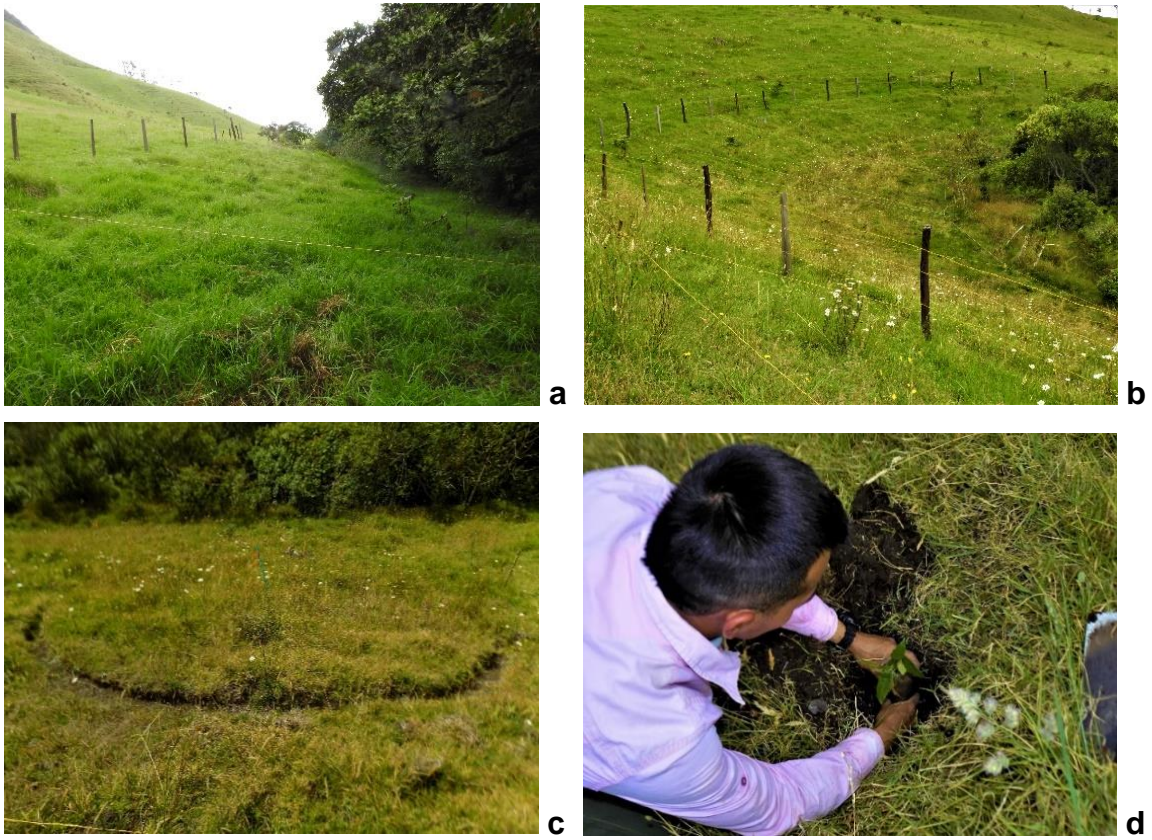


Figura 3. Establecimiento de los núcleos de vegetación. a) Parcela 1 (P1) bajo sombra. b) Parcela 2 (P2) expuesta al sol. c) Zanjas establecidas. d) Siembra de las plántulas.

Tabla 1. Especies utilizadas en el arreglo florístico para el proceso de nucleación; Número de individuos por núcleo/Número total; Nombre común, nombre científico y usos ecológicos y para las comunidades.

N°	Nombre Común	Familia	Nombre Científico	Usos
12/144	Coral Amargo	Rosaceae	<i>Prunus</i> sp.	Especie silvestre de utilidad ecológica.
8/96	Mayorquín	Boraginaceae	<i>Cordia resinosa</i> Estrada	Madera empleada para leña.
5/60	Cedro	Meliaceae	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Artesanal, maderable, agroforestería, amplia cobertura de copa.
2/24	Arboloco	Asteraceae	<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H.Rob.	Recuperación de terrenos degradados, aumento de materia orgánica.
1/12	Caimo	Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp.	Alimento.
1/12	Jigua	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Aceites esenciales.
1/12	Yuco	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Ornamental, cerca viva, dendroenergético, protección de cauces de agua.
1/12	Arrayán	Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i> sp.	Alimento para avifauna, protección de fuentes de agua, amplia cobertura de copa.
1/12	Nacedero	Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don	Cercas vivas, medicinal, fitorremediación, materia orgánica al suelo.

4.4. Seguimiento y evaluación

Se hicieron seguimientos periódicos cada 15 y 30 días durante 7 meses para ver el proceso de restauración en las parcelas. Se registraron en un formato (Anexo 1), todos los individuos sembrados o presentes en los núcleos a los que se le tomaron datos de Altura total, Altura del fuste y Cobertura. Se evaluó el reclutamiento o regeneración en cada núcleo además del crecimiento, supervivencia y mortalidad de los individuos sembrados.

A todos los individuos se les registro el estado fitosanitario (EF), que se determinó según Rojas (2002) así: estado fitosanitario 1 (EF1): planta completamente sana. EF2: planta relativamente sana, con evidencia de problemas fitosanitarios hasta el 50% del follaje, pero que no corre riesgo de morir. EF3: enferma: planta con problemas fitosanitarios que

afecta el desarrollo normal de la planta, tales como la pérdida del eje dominante o del follaje y en general daños visibles en más del 50%. A esta categorización se le agregó un estado 4 (EF4) que se definió como: individuo muerto.

4.5. Análisis estadístico

Los datos se analizaron por medio de la media \pm SEM, siguiendo unos parámetros de normalidad a través de Shapiro-Wilk seguido de una prueba de homogeneidad de varianza, según estos resultados se realizaron pruebas paramétricas de ANOVA (de una vía) con post hoc de Tukey y pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis con un post hoc de Dunnett, con las cuales se determinaron si habían diferencias significativas ($*p < 0,05$, $**p < 0,01$, $***p < 0,001$) entre tratamientos en el tiempo por medio del programa estadístico GraphPad Prism versión 5.03.

La probabilidad de supervivencia en el tiempo de las especies plantadas se analizó por el método de Kaplan-Meier realizado en el programa estadístico GraphPad Prism versión 5.03.

5. RESULTADOS

5.1. Composición florística

5.1.1. Área de potrero cercada

Se registró un total de 8 familias, 12 géneros y 13 especies (Anexo 2). La familia más representativa fue Poaceae con 6 especies, seguida de Asteraceae con 3 especies; Caryophyllaceae, Fabaceae y Rosaceae, cada una con 2 especies. Araliaceae, Melastomataceae y Phyllanthaceae presentaron solamente 1 especie cada una (figura 4, anexo 2).

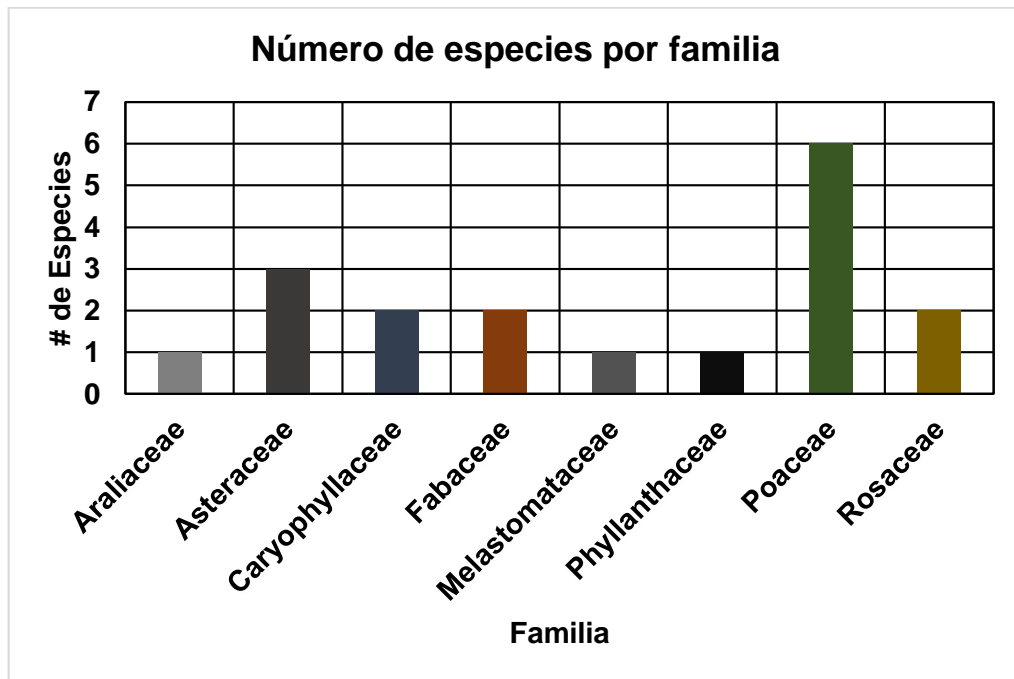


Figura 4. Número de especies por familia en el área de potrero cercada.

5.1.2. Parcelas experimentales de restauración ecológica (7 meses después de establecer los núcleos de vegetación)

Se registro un total de 22 familias, 41 generos y 44 especies (Anexo 3). La familia más representativa fue Asteraceae con 9 especies, seguida de Poaceae con 6 especies y Rosaceae con 4 especies. Caryophyllaceae, Fabaceae, Melastomataceae, Phyllanthaceae, Polygonaceae y Solanaceae con 2 especies y 13 familias con una sola especie (Araliaceae, Brasicaceae, Cyperaceae, Hypericaceae, Iridaceae, Juncaceae, Lamiaceae, Lytraceae, Miliaceae, Oxalidaceae, Plantaginaceae, Rubiaceae y Verbenaceae) (anexo 3, figura 5).

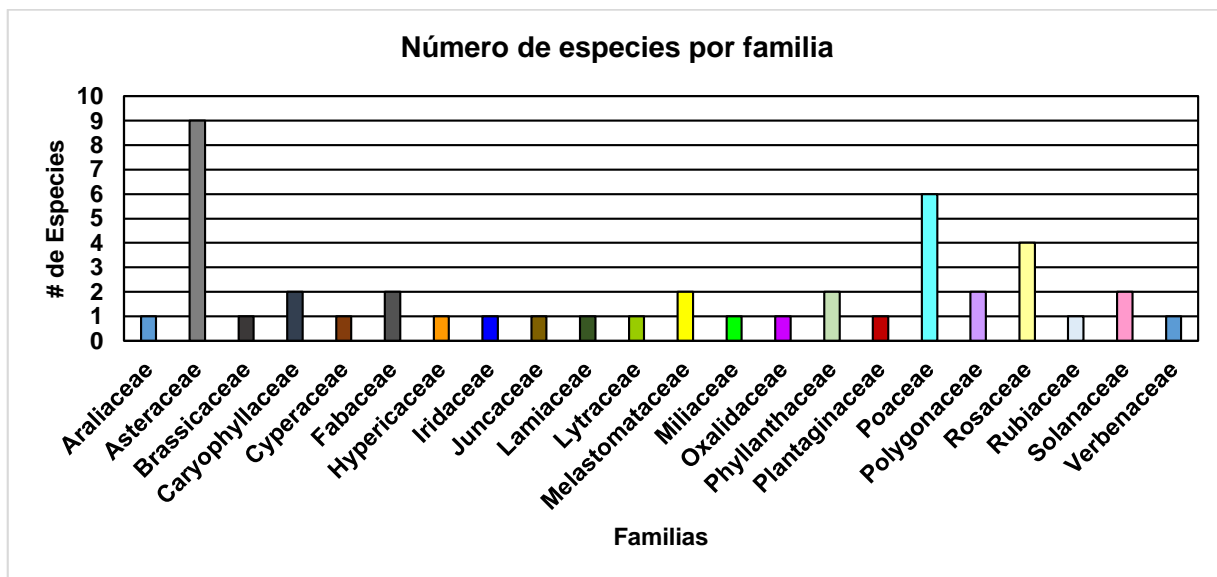


Figura 5. Número de especies por familia en las parcelas experimentales de restauración ecológica después de 7 meses de establecidas.

El núcleo 22 (sub-parcela 2 del bloque 11) fue el que presentó mayor número de especies (16), seguido de los núcleos 4, 6, 8 y 14 con 13 especies. *Holcus lanatus*, *Sporobolus indicus* y *Setaria parviflora* se encontraron en todos los núcleos. *Trifolium repens* se encontró en 23 núcleos. *Leucanthemum vulgare* y *Lachemilla orbiculata* se encontraron en 19 núcleos. *Hypochaeris radicata* e *Hydrocotyle bonplandii* fueron encontradas en 18 núcleos de los 24 establecidos. Al contrario de *Galinsoga quadriradiata*, *Noticestrum marginatum*, *Arenaria lanuginosa*, *Stellaria media*, *Medicago hispida*, *Hypericum sp.*, *Juncus tenuis*, *Tibouchina mollis*, *Phyllanthus niruri*, *Cedrela montana*, *Rubus praecox*, *Spermacoce assurgens*, *Solanum nigrescens* y *Verbena littoralis*, que solo se presentaron en uno de los núcleos (anexo 4, figura 5 y 6).

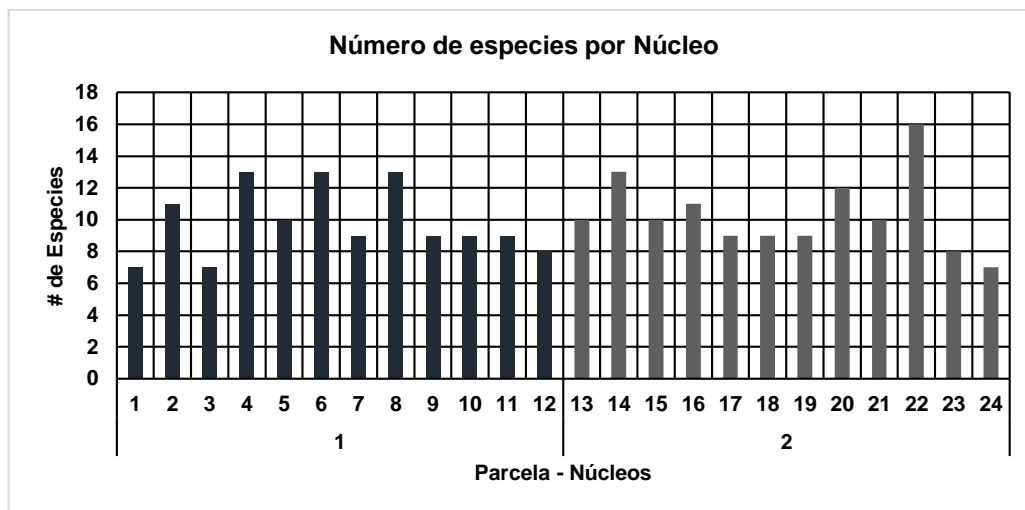


Figura 6. Número de especies por núcleo.

5.2. Núcleos de vegetación establecidos

5.2.1. Estado fitosanitario

Al momento de la siembra, solo el 3,9% de los 385 individuos plantados se encontraban en estado fitosanitario 2 y el resto estaba en EF1. A medida que pasó el tiempo el estado fitosanitario 1 disminuyó, mientras que el estado fitosanitario 2 aumentó; en el mes de junio el 17,4% de los individuos se encontraban en EF3 y el 0,5% en EF4, en el transcurso de los meses se observó una disminución en el EF3 y un aumento de los individuos en EF4 (figura 7). En el mes de diciembre *Prunus* sp. sin enriquecimiento presentó el 4% de individuos en estado fitosanitario 1, 50% en EF2 y el 23 % en EF4. El 42% de los individuos con enriquecimiento con capote de monte se encontraban en EF4 y solo el 4 % estaba en EF1. En el caso del enriquecimiento con aboniza *Prunus* sp. presentó el 50% de los individuos en EF4 y solo el 6 % se encontraba en EF1 para el mes de diciembre (anexo 5).

Cordia resinosa presentó en el mes de diciembre el 69% de individuos en EF2 y 0% en EF4 en los núcleos sin enriquecimiento; en los núcleos con capote de monte se observó que solo el 3% de los individuos se encontraban en EF4 y el 73% se encontraban en EF2;

C. resinosa presentó el 39% de las plántulas en EF4 y el 69% en EF2 en los núcleos con aboniza (anexo 6).

En el mes de diciembre *Cedrela montana* presentó el 60% de los individuos en EF1 en los núcleos sin enriquecimiento, en los núcleos con capote de monte y aboniza presentó el 50% y el 60% de los individuos en EF2 respectivamente (anexo 7).

Smallanthus pyramidalis presentó el 63% de los individuos en EF2 para el mes de diciembre en los núcleos sin enriquecimiento. En los núcleos con capote de monte *S. pyramidalis* presentó el 75% de los individuos en EF2. En los núcleos con aboniza esta especie presentó el 50% de los individuos en EF2 (anexo 8).

Pouteria sp. en los núcleos con capote de monte y sin enriquecimiento presentó el 50% de los individuos en EF2 y el 0% en EF4. Para el caso de los núcleos con aboniza el 50% de los individuos se encontraban en EF1 y el otro 50% en EF4 (anexo 9).

Ocotea sp. no presentó individuos en EF4 en ninguno de los tratamientos (anexo 10). Por otro lado, *Phyllanthus salviifolius* presentó el 50% de los individuos en EF4 en los núcleos sin enriquecimiento y con aboniza, en los núcleos con capote de monte el 25% de encontraba en EF4 (anexo 11).

Myrcianthes sp. no presentó individuos en EF4 solo en los núcleos con capote de monte (anexo 12). Por otro lado *Delostoma integrifolium* presentó el 100% de los individuos en EF1 en los núcleos sin enriquecimiento y con aboniza (anexo13).

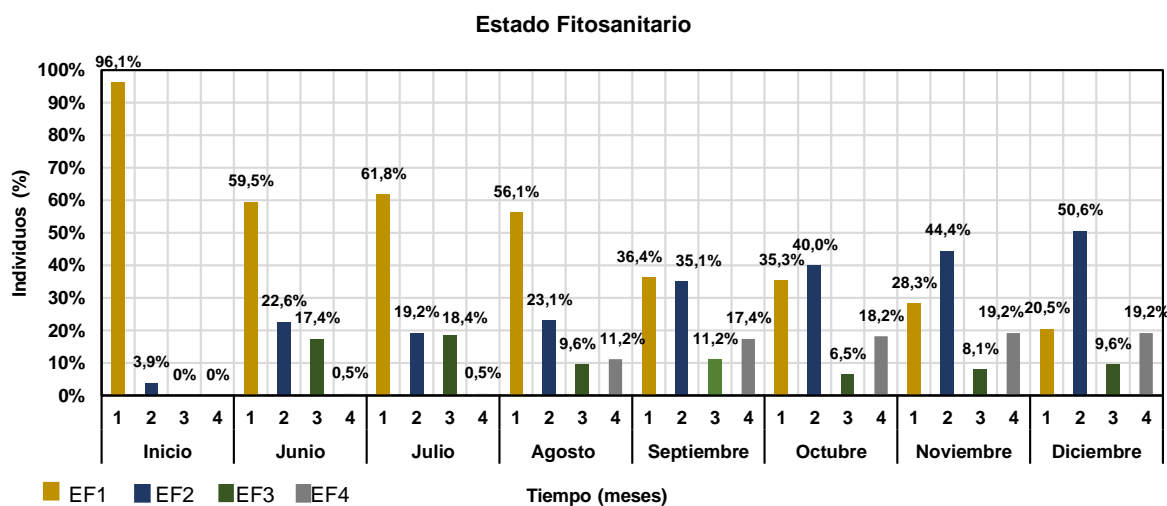


Figura 7. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario (EF) en el tiempo (meses), de las especies establecidas.

5.2.2. Mortalidad

El total de individuos plantados en los núcleos de vegetación fueron 385 de 9 especies diferentes, de los cuales 73 individuos fueron reportados como muertos. *Prunus* sp. presentó el mayor número de individuos muertos (55 de 144 individuos sembrados), seguido de *Phyllanthus salviifolius* con el 45% de individuos muertos de 12 plantados. A diferencia de estas especies *Delostoma integrifolium* y *Ocotea* sp. no presentaron individuos muertos (tabla 2, figura 8).

Tabla 2. Número de individuos plantados y muertos por especie en los núcleos de vegetación.

Especie	Número de individuos plantados	Número de individuos muertos	Porcentaje de individuos muertos
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	60	3	5%
<i>Cordia resinosa</i> Estrada	97	3	3%
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don	12	0	0%
<i>Myrcianthes</i> sp.	12	2	17%
<i>Ocotea</i> sp.	12	0	0%
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	12	5	45%
<i>Pouteria</i> sp.	12	2	17%
<i>Prunus</i> sp.	144	55	38%
<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H.Rob.	24	3	13%
Total general	385	73	19%

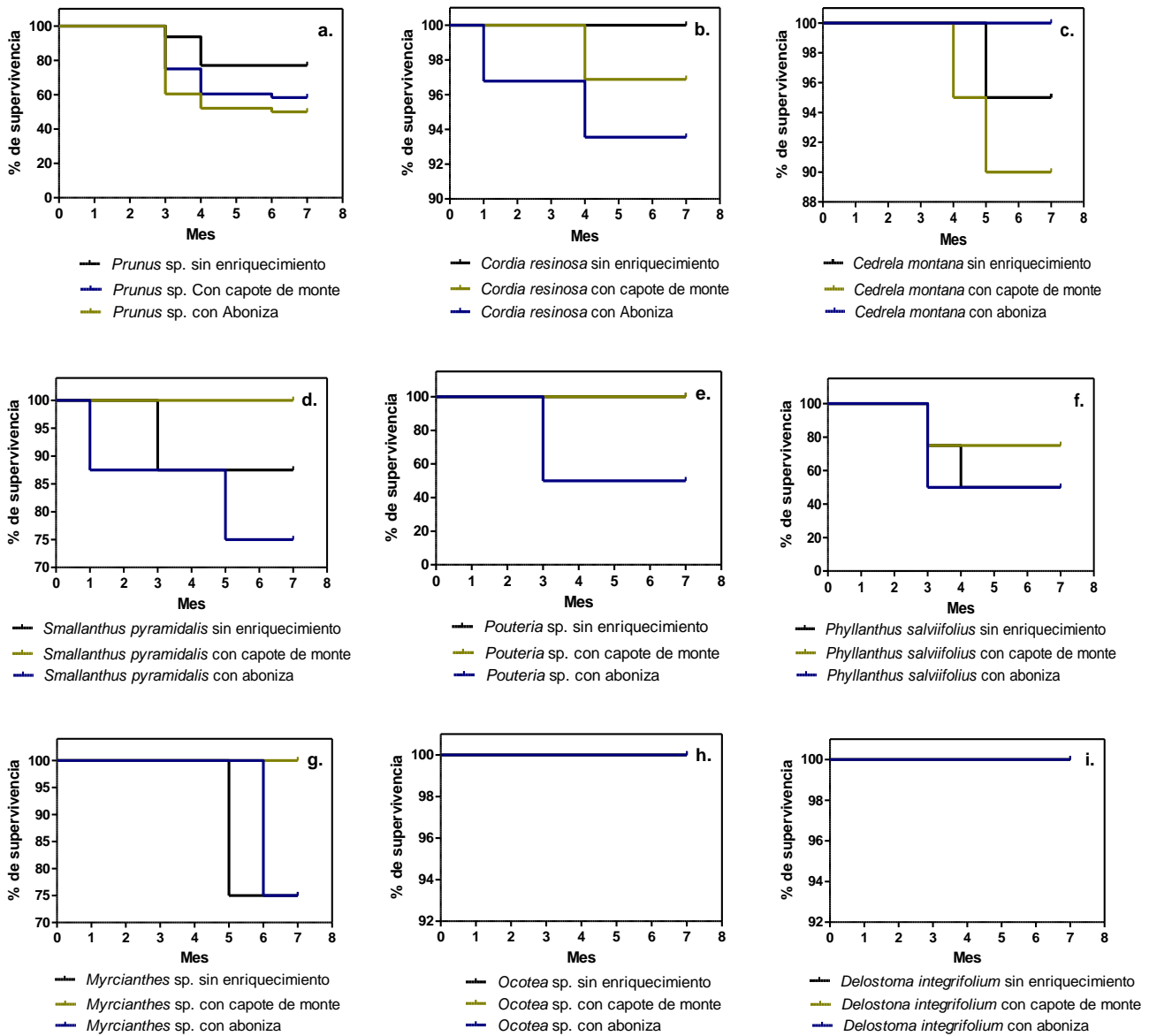


Figura 8. Curvas de supervivencia obtenidas por el método de Kaplan-Meier. a) *Prunus* sp. con y sin enriquecimiento del suelo. b) *Cordia resinosa* con y sin enriquecimiento del suelo. c) *Cedrela montana* con y sin enriquecimiento del suelo. d) *Smallanthus pyramidalis* con y sin enriquecimiento del suelo. e) *Pouteria* sp. con y sin enriquecimiento del suelo. f) *Phyllanthus salviifolius* con y sin enriquecimiento del suelo. g) *Myrcianthes*

sp. con y sin enriquecimiento del suelo. h) *Ocotea* sp. con y sin enriquecimiento del suelo.
i) *Delostoma integrifolium* con y sin enriquecimiento del suelo.

5.2.3. Crecimiento y desarrollo inicial del arreglo florístico y la incidencia del sustrato en los núcleos de vegetación establecidos.

Para la parcela 1, tanto en el enriquecimiento con capote como con aboniza, *Prunus* sp. no presentó diferencias significativas en cuanto a cobertura, sin embargo, en los núcleos donde no se aplicó enriquecimiento si presentó diferencias significativas. En el mes de agosto *Prunus* sp. presentó una significancia de $p < 0,05$ con respecto al inicio. En octubre se presentó una significancia de $p < 0,001$ respecto al inicio y de $p < 0,01$ respecto al mes de junio (figura 9a, anexo 14). En la parcela 2 *Prunus* sp. no presentó diferencias significativas en los núcleos sin enriquecimiento del suelo. En los núcleos con capote de monte, *Prunus* sp. presentó diferencias significativas en los meses de julio a diciembre en relación al inicio, observándose una disminución en la cobertura a medida que paso el tiempo. En el enriquecimiento con aboniza, *Prunus* sp. presentó diferencias en los meses de octubre a diciembre frente al inicio, debido a la pérdida de la cobertura (figura 9b, anexo 15). En cuanto a la altura total, en la parcela 1 solo presentó diferencias significativas los núcleos con capote (anexo 16a y 17b), en la parcela 2 *Prunus* sp. presentó una disminución muy significativa para el mes de diciembre, esto debido a la necrosis que presentó en el ápice del tallo (anexo 16b y 18bc). En la parcela 1 la altura del fuste no presentó diferencias significativas (anexo 16c y 19), en la parcela 2 *Prunus* sp. presentó diferencias significativas en los núcleos con capote ($*p < 0,05$, $**p < 0,01$) y aboniza ($**p < 0,01$, $***p < 0,001$) para el mes de diciembre (anexo 16d y 20bc).

La especie *Cordia resinosa* en la parcela 1, presentó diferencias significativas para los tres tratamientos. En los núcleos sin enriquecimiento, se observó un aumento en la cobertura, obteniendo para el mes de diciembre una significancia de $p < 0,001$ respecto al inicio y a los meses de junio a octubre; en relación al mes de noviembre, diciembre presentó una significancia de $p < 0,01$. En el enriquecimiento con capote también se observó un incremento en la cobertura, siendo significativo para el mes de diciembre con

$p < 0,01$ respecto al inicio. En cuanto al enriquecimiento con aboniza, se notó un aumento en la cobertura, teniendo como resultado una significancia de $p < 0,001$ para el mes de diciembre referente al inicio y al mes de junio; también, en relación a los meses de julio a octubre, diciembre presentó una significancia de $p < 0,01$; además, el mes de diciembre presentó una significancia de $p < 0,05$ en cuanto al mes de noviembre (figura 9c, anexo 21). Para la parcela 2, *C. resinosa* no presentó diferencias significativas en los núcleos sin enriquecimiento. En el enriquecimiento con capote de monte se presentaron diferencias significativas en los meses de octubre a diciembre en relación al inicio y al mes de junio. Noviembre y diciembre presentaron diferencias respecto a julio. En los núcleos con aboniza, *C. resinosa* presentó diferencias significativas para los meses de agosto, noviembre y diciembre, en relación al inicio y al mes de junio (figura 9d, anexo 22). *Cordia resinosa* presentó un aumento significativo en la altura total y de fuste para los núcleos sin enriquecimiento del suelo en la parcela 1 (anexo 23ac, 24a y 26a), para los núcleos con enriquecimiento la altura no presentó diferencias significativas. En la parcela 2 solo presentó diferencias significativas en la altura total los núcleos con aboniza. La altura del fuste no presentó diferencias (anexo 25 y 27).

Cedrela montana en la parcela 1, no presentó diferencias significativas en los núcleos sin enriquecimiento y en los que se les aplicó capote de monte. En el enriquecimiento con aboniza, *C. montana* presentó diferencias significativas en el mes de julio en relación al inicio y a junio (figura 9e, anexo 28). En la parcela 2, *C. montana* no presentó diferencias significativas en los tratamientos (figura 9f, anexo 29). En cuanto a la altura total, *Cedrela montana* presentó un aumento en los núcleos con aboniza, siendo significativo en ambas parcelas; en los núcleos con capote de monte también hubo diferencias significativas para la parcela 1 (anexo 30ab, 31 y 32). En cuanto a la altura del fuste *C. montana* presentó diferencias significativas en los núcleos sin enriquecimiento del suelo en los meses de agosto a diciembre y en los núcleos con aboniza presentó diferencias significativas de octubre a diciembre. En la parcela 2, se observan diferencias significativas en los núcleos con capote de monte y aboniza (anexo 30cd, 33 y 34).

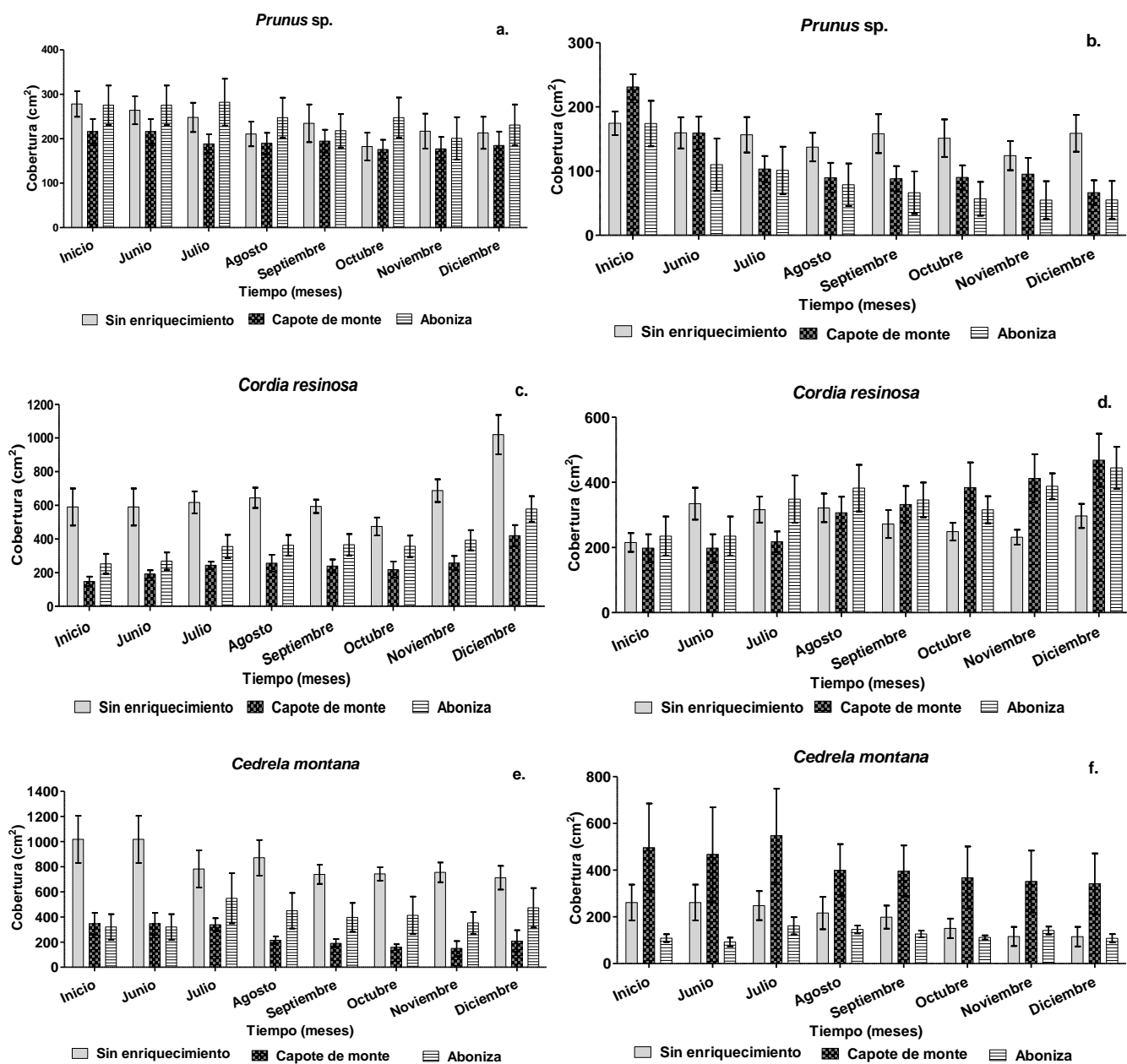


Figura 9. Comparación del comportamiento durante 7 meses de seguimiento de tres especies plantadas. a) Cobertura promedio de *Prunus* sp. (P1). b) Cobertura promedio de *Prunus* sp. (P2). c) Cobertura promedio de *Cordia resinosa* (P1). d) Cobertura promedio de *Cordia resinosa* (P2). e) Cobertura promedio de *Cedrela montana* (P1). f) Cobertura promedio de *Cedrela montana* (P2). Los datos representan la media \pm SEM

para test de ANOVA de una vía (a, d y f) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b, c y e).

Smallanthus pyramidalis en la parcela 1, presentó un aumento en la cobertura en los tres tratamientos, observándose una mayor cobertura para esta especie en el tratamiento con aboniza (figura 10a). En la parcela 2, *S. pyramidalis* mostró un aumento en la cobertura para los tratamientos sin enriquecimiento y con capote, mientras que para el enriquecimiento con aboniza el aumento de la cobertura no fue significativo (figura 10b). En cuanto a la altura, *S. pyramidalis* presentó una estabilidad en la parcela 2, caso contrario de la parcela 1 donde se observó crecimiento (anexo 35). Las hojas de esta especie fueron altamente atacadas por la entomofauna.

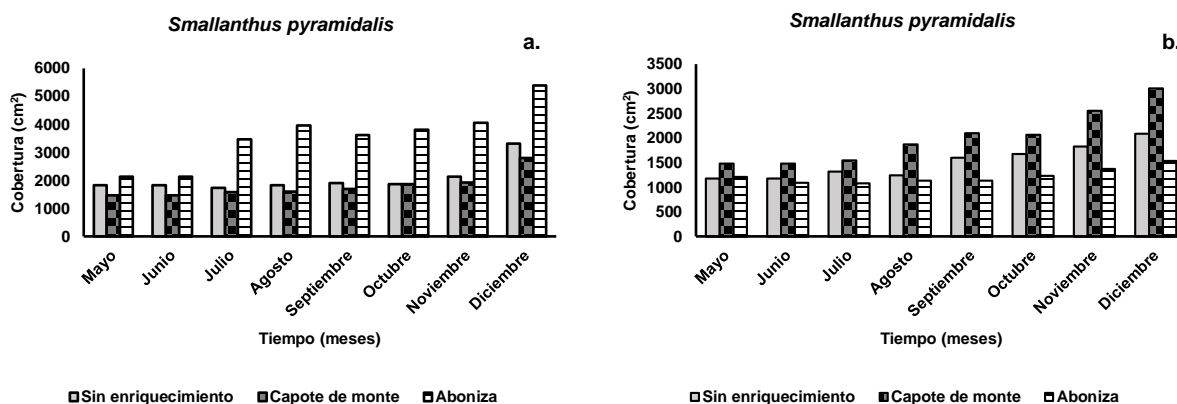


Figura 10. Representación gráfica del comportamiento de *Smallanthus pyramidalis* durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P1). b) Cobertura promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P2).

En la parcela 1, *Pouteria* sp. presentó un aumento en la cobertura en los núcleos sin enriquecimiento del suelo; en los núcleos con capote de monte, presentó un aumento en la cobertura hasta el mes de septiembre y después empezó a disminuir hasta noviembre y en el enriquecimiento con aboniza se observó una pérdida de la cobertura a través del tiempo. En la parcela 2, se observó una pérdida de la cobertura en los núcleos con capote

y con aboniza. En los núcleos sin enriquecimiento, *Pouteria* sp. presento un aumento en la cobertura (figura 11). Por otra parte, esta especie presentó un crecimiento en cuanto a la altura total y del fuste en las parcelas 1 y 2, solo en el tratamiento con aboniza de la parcela 2 hubo perdida de la altura total y del fuste debido a la muerte de uno de los individuos (anexo 36).

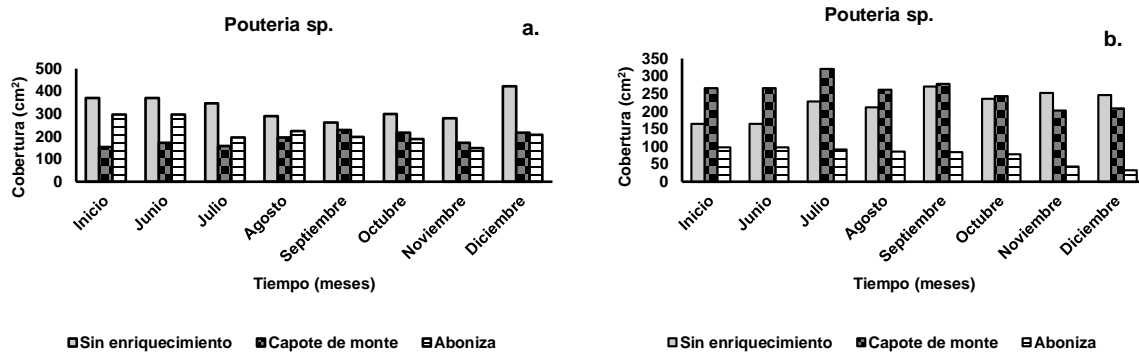


Figura 11. Representación gráfica del comportamiento de *Pouteria* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de *Pouteria* sp. (P1). b) Cobertura promedio de *Pouteria* sp. (P2).

Ocotea sp. presentó perdida en la cobertura en los núcleos con capote de monte, se observó que algunos de los individuos de esta especie sufrieron de herbivoría por parte de la entomofauna de la zona (anexo 47b). En los núcleos sin enriquecimientos y en los que se les aplico aboniza, se observó un aumento de la cobertura en los primeros tres meses, pero después descendió, para el caso de los núcleos sin enriquecimiento, se observó un cambio para el mes de diciembre, ya que se empezó a recuperar la cobertura (figura 12a). En la parcela 2, *Ocotea* sp. tuvo una pérdida de la cobertura en los tratamientos con capote y aboniza, a contrario de los núcleos sin enriquecimiento que presentaron un aumento en la cobertura (figura 12b). Esta especie presentó crecimiento en cuanto a la altura en ambas parcelas (anexo 37).

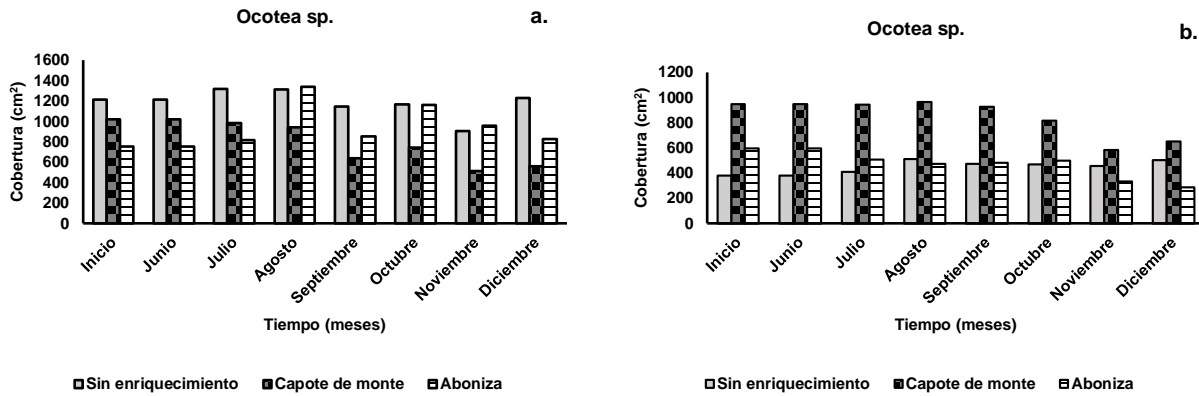


Figura 12. Representación gráfica del comportamiento de *Ocotea sp.* durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de *Ocotea sp.* (P1). b) Cobertura promedio de *Ocotea sp.* (P2).

Phyllanthus salviifolius fue la única especie en la que se utilizó transplante de individuos. Al final, se plantaron 4 individuos del vivero, 3 se tranplantaron finalizando el día y 5 se tranplantaron al otro día en horas de la mañana. Se observó que en los individuos obtenidos del vivero hubo un aumento en la cobertura, estos individuos fueron plantados en la parcela 1. Para el caso de los trasplantes, los que se sembraron en horas de la tarde presentaron un estrés que se vio reflejado en la abscisión de hojas, pero posteriormente se empezaron a recuperar. Para el caso de los trasplantes hechos en horas de la mañana los seis individuos fueron sembrados en la parcela 2, el estrés hídrico que sufrieron causó la muerte de los individuos. En la parcela 1, *Phyllanthus salviifolius* presentó un aumento la cobertura en los núcleos sin enriquecimiento y en los que se les aplicó aboniza, para en caso de los núcleos con enriquecimiento con capote de monte, no se observó un aumento en la cobertura (figura 13a). En la parcela 2, *P. salviifolius* en los núcleos con aboniza y sin enriquecimiento presentaron una pérdida en la cobertura del 100% (figura 13b). En cuanto a la altura, *P. salviifolius* presentó un aumento en la parcela 1, pero en la parcela 2 se observó una disminución en los tratamientos con aboniza y sin enriquecimiento, esto debido a la necrosis que se presentó en el apice del tallo de algunos individuos (anexo 38).

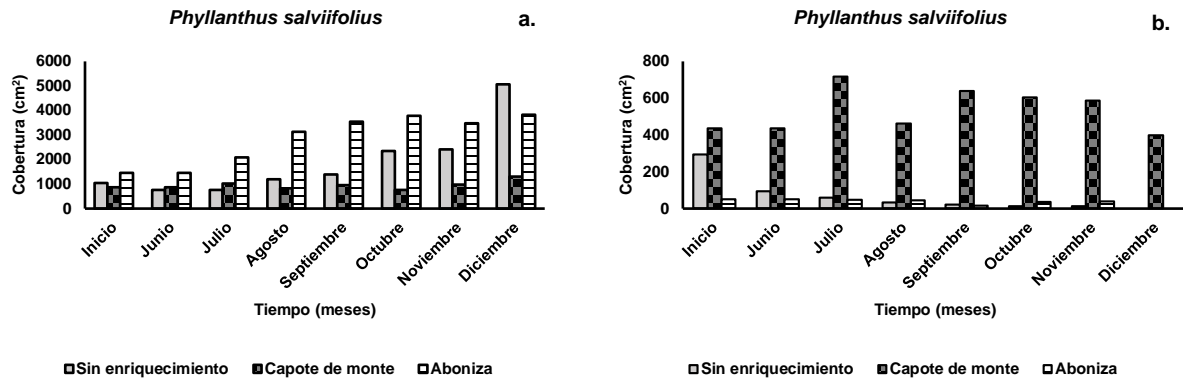


Figura 13. Representación gráfica del comportamiento de *Phyllanthus salviifolius* durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P1). b) Cobertura promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P2).

Myrcianthes sp. en los núcleos con enriquecimiento del suelo de la parcela 1 presentó un aumento en la cobertura, siendo mayor para el enriquecimiento con aboniza; para el caso de los núcleos sin enriquecimiento se notó una pérdida de la cobertura para el mes de diciembre (figura 14a). En la parcela 2 esta especie presentó una disminución en la cobertura para los núcleos con aboniza, pero un aumento para los núcleos con capote y sin enriquecimiento (figura 14b). *Myrcianthes* sp. presentó un aumento en el crecimiento en cuanto a la altura en ambas parcelas (anexo 39).

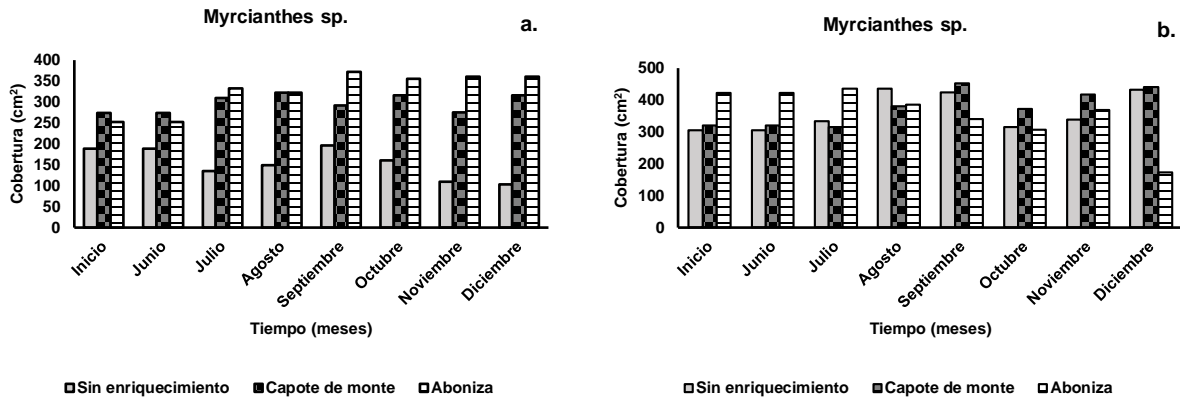


Figura 14. Representación gráfica del comportamiento de *Myrcianthes* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de *Myrcianthes* sp. (P1). b) Cobertura promedio de *Myrcianthes* sp. (P2).

Delostoma integrilolium fue la especie que presentó mayor capacidad de adaptación ya que exhibió mayor capacidad de rebrotes, baja herbivoría y ningún individuo muerto; en los primeros meses perdieron cobertura por abscisión de hojas, pero se fue recuperando, presentando rebrotes de hojas y ramas, además, de presentar un aumento en la altura total en la parcela 1 en los núcleos sin enriquecimiento y con aboniza; para el caso de la altura del fuste se observó crecimiento en ambas parcelas (figura 15, anexo 40).

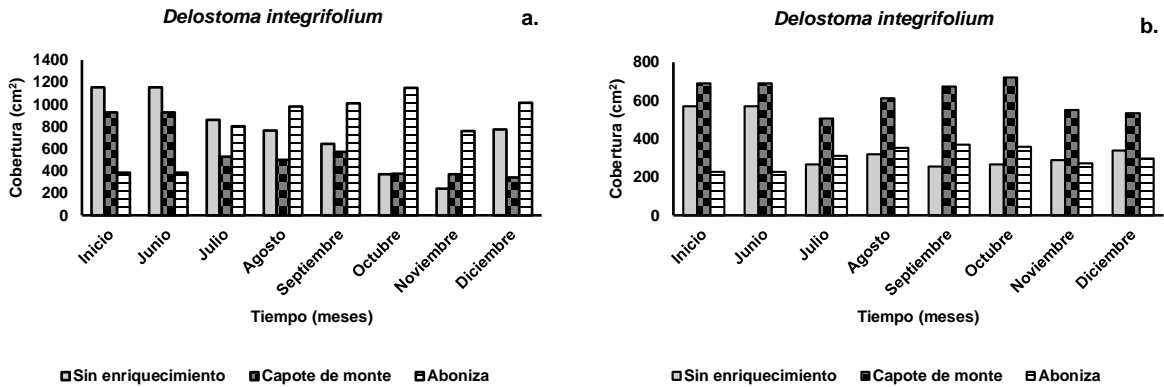


Figura 15. Representación gráfica del comportamiento de *Delostoma integrifolium* durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura promedio de *Delostoma integrifolium* (P1). b) Cobertura promedio de *Delostoma integrifolium* (P2).

Se observó que la parcela 1 presentó mayor crecimiento en la cobertura en los diferentes tratamientos ($p < 0,001$), para la especie *Prunus* sp. (figura 16). En cuanto a la altura total, solo se observó una diferencia significativa en el tratamiento con aboniza de $p < 0,01$, mientras que para la altura del fuste no se observaron diferencias significativas (anexo 41).

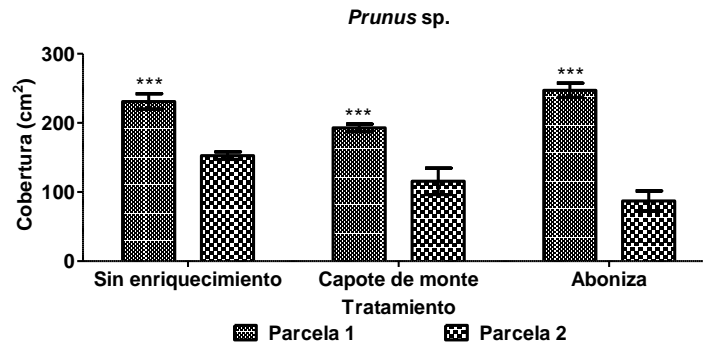


Figura 16. Comparación del comportamiento de la cobertura en *Prunus* sp. de la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$.

La especie *Cordia resinosa*, solo presentó diferencias significativas entre la parcela 1 y 2 en los núcleos sin enriquecimiento para la cobertura ($p < 0,001$) (figura 17). En cuanto a la

altura total y del fuste, se observaron diferencias significativas en los tres tratamientos (anexo 42).

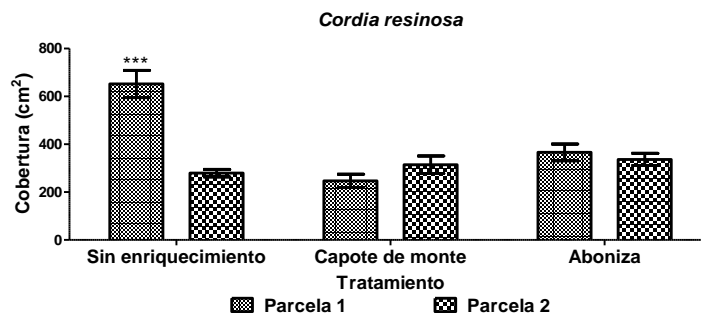


Figura 17. Comparación del comportamiento de la cobertura en *Cordia resinosa* de la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$).

Se observó que *Cedrela montana* presentó diferencias significativas en la cobertura para los tres tratamientos en la parcela 1 y 2 (figura 18). En cuanto al crecimiento en altura total, se observaron diferencias significativas en los tres tratamientos ($p < 0,001$) (anexo 43a). En la altura del fuste solo se observaron diferencias significativas en el tratamiento con aboniza y sin enriquecimiento ($p < 0,001$) (anexo 43b).

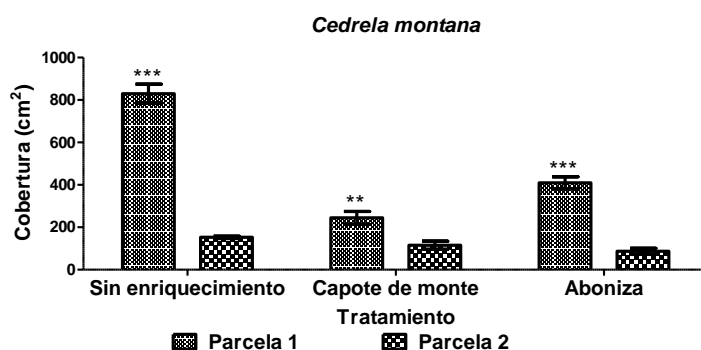


Figura 18. Comparación del comportamiento de la cobertura en *Cedrela montana* de la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$, (**) $p < 0,01$).

6. DISCUSIÓN

Respecto a la composición florística del área de potrero aislada, se encontró un total de 8 familias, donde las más representativas fueron Poaceae y Asteraceae. Se observó que la familia Poaceae presentó un mayor número de especies con respecto a las otras familias registradas, además de observarse una dominancia de estas en toda el área cercada. Lo anterior concuerda con lo planteado por Izco y Devesa (2004), estos autores afirman que las Poaceae se caracterizan por su diversidad; variabilidad que favorece numerosos mecanismos de adaptación y que explica la existencia de representantes de la familia en diferentes hábitats.

Holcus lanatus, *Sporobolus indicus* y *Setaria parviflora*, fueron las tres especies más dominantes en todos los núcleos. Además de impedir el establecimiento de otras especies ya que se observó que en los núcleos donde éstas eran dominantes la diversidad vegetal era menor. Lo anterior concuerda con lo planteado por Betancurt (2012), quien afirma que *Holcus lanatus* es una especie que alcanza grandes coberturas impidiendo el establecimiento de especies de sucesión tardía y el desarrollo de las especies plantadas, esto podría incidir en detener el proceso sucesional o hacerlo más lento, además de lo propuesto por Holl (2002) el cual encontró que los pastos pueden afectar la supervivencia y el crecimiento de plántulas en una serie de formas, incluidas la sombra, la competencia por el agua y los nutrientes debido a sustancias químicas alelopáticas o al alterar la abundancia y la actividad de los herbívoros. Por otro lado, en los núcleos donde la presencia de *S. indicus* y *S. parviflora* se encontraban en menor proporción, se observó una mayor colonización por otras especies, esto coincide con lo afirmado por Giraldo-Cañas y Peterson (2009); Thacker (2013), quienes plantean que *Sporobolus indicus* y *Setaria parviflora* son especies con una alta capacidad de adaptación, lo que les permite colonizar suelos degradados, generando así una competencia por los recursos con especies nativas.

También se observó que la mayoría de especies que se registraron surgieron de la remoción del suelo. Esta remoción se dio por el estableciendo de los núcleos de vegetación para la siembra de las plantas, además del suelo removido por la creación de zanjas (imagen 1c), esto está de acuerdo con lo planteado por González *et al.* (2008) quienes afirman que luego de la remoción de las especies vegetales (remoción epigeo-hipogea), la diversidad en las parcelas aumentó debido al número de propágulos de muchas especies que lograron colonizar los espacios abiertos, sumado a la expresión del banco de semillas al ser destapado y a la ausencia de estructuras vegetativas de especies dominantes. En el bloque 4 sub-parcela 2, se encontraron 7 individuos de *Cedrela montana*, lo que demuestra que la expresión del banco de semillas por remoción del suelo permite que las especies del bosque de referencia puedan establecerse. En cuanto al reclutamiento, no se encontraron diferencias, lo cual concuerda con Martínez (2017) que puede deberse a que los procesos de restauración son lentos y el periodo de estudio corto.

Delostoma integrifolium fue una de las especies que presentó mayores valores en altura, cobertura, diámetro y no presentó individuos muertos. Además, se encontró que, ésta es una especie que sirve para prevenir la erosión del suelo, aparte de ser una especie que puede establecerse en zonas altamente degradadas de manera muy eficaz; lo anterior concuerda con lo determinado por Martínez (2017) quien encontró que *D. integrifolium* presentó mayores valores en altura, cobertura y diámetro y menor tasa de mortalidad.

Por otro lado, *Smallanthus pyramidalis*, fue la especie que presentó mayor crecimiento en altura y cobertura y una baja tasa de mortalidad (13%) causada por daños en la siembra, al contrario de Betancurt (2012), que obtuvo el 65% de los individuos sembrados muertos debido a la presencia de heladas. Además esta especie presenta una gran capacidad para establecerse ya que es una especie pionera, lo que concuerda con lo expresado por Vargas (2007) donde afirma que *S. pyramidalis* es una especie pionera o sucesional temprana nativa.

Se observó que la mayoría de los individuos muertos de *Prunus* sp. se presentaron en las zonas donde se produjo un exceso de humedad y encharcamiento de agua; lo anterior concuerda con lo planteado por Giraldo *et al.* (2009) donde afirma que el exceso de humedad del sustrato afecta negativamente la tasa de crecimiento y desarrollo de raíces y por lo tanto en muchos casos la muerte del individuo.

En cuanto a las parcelas, se observó un mayor crecimiento en altura y cobertura de los individuos establecidos, además de una mayor supervivencia y mejor estado fitosanitario en la parcela que se encontraba bajo condiciones de sombra estando de acuerdo con lo expresado por Hastwell y Facelli (2003), quienes aseguran que el sombreado facilita tanto el crecimiento como la supervivencia de las plántulas.

En cuanto al enriquecimiento del suelo, se encontró que los individuos sembrados con abono orgánico presentaron valores mayores en altura y cobertura, además de menor porcentaje de mortalidad en la parcela 1 (bajo sombra), comparado con la parcela 2 (expuesta al sol) debido a que ésta última se encontraba en pendientes muy pronunciadas provocando posiblemente que el núcleo ubicado en la parte alta de la pendiente perdiera nutrientes por lixiviación, además que el núcleo que quedó en el pie de la pendiente presentó encharcamiento generando menor efectividad del abono en general, contrario a lo encontrado por Pérez-Vega *et al.* (2011), quienes afirman que el desempeño de las especies estudiadas medido en términos de supervivencia, cambio en la altura y número de hojas fue significativamente mayor en el tratamiento de tierra con abono orgánico.

7. CONCLUSIONES

A nivel florístico se observó que las parcelas presentaron un incremento de las especies vegetales al final del estudio pasando de 13 a 44.

Los núcleos que se encontraban en el pie de la pendiente fueron los que presentaron un mayor número de especies al final del estudio.

Holcus lanatus, *Sporobolus indicus* y *Setaria parviflora*, son especies que, debido a sus mecanismos de dispersión, son resistentes a diferentes condiciones y esto genera que sean invasoras y no permiten el establecimiento de especies vegetales nativas en zonas que han sido altamente degradadas por el pastoreo.

A pesar de la alta competencia que generan *H. lanatus*, *S. indicus* y *S. parviflora*, estas especies fueron útiles en el establecimiento de *Prunus* sp. que es una especie que necesita sombra para su desarrollo.

Se encontró que *Hypochaeris radicata* y *Leucanthemum vulgare* son consideradas especies invasoras, pero que permiten el flujo de insectos polinizadores en sus flores. Esto posiblemente puede ayudar a que se activen las dinámicas ecológicas del ecosistema.

Aunque *Ocotea* sp. no presentó individuos muertos, la mayoría de los individuos presentaron un estado fitosanitario 2 y 3, esto se debe a la herbivoría por parte de la entomofauna de la zona.

Cedrela montana, *Myrcianthes* sp. y *Pouteria* sp. también se vieron afectadas por la entomofauna. Igualmente se observó que al interior del bosque de referencia estas especies presentaron herbivoría, por lo tanto, se puede evidenciar las dinámicas ecológicas.

Se evidencio que *Smallanthus pyramidalis* es una especie que necesita agua para su desarrollo debido a que en los meses de verano su crecimiento fue más lento, cuando empezó la época de lluvia se observó un aumento en el área de la copa y la altura.

El *Phyllanthus salviifolius* sufre de estrés por trasplante generando abscisión de hojas y ramas para posteriormente generar rebrotes.

La exposición al sol de *Cordia resinosa* genera una clorosis en las hojas nuevas de los individuos y en algunos casos necrosis de hojas y ramas.

Los núcleos sin enriquecimiento fueron los que presentaron mayor efectividad en el establecimiento de las especies, ya que las plantas exhibieron menor porcentaje de mortalidad, además de presentar mayores valores en la altura y cobertura de los individuos.

De los dos enriquecimientos utilizados (capote de monte y abono orgánico), el abono orgánico presentó mayor efectividad en el establecimiento de las plantas.

La parcela que se encontraba bajo sombra fue la que presentó un menor número de individuos muertos, además de presentar mayor crecimiento en altura y cobertura de las especies establecidas.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de controladores naturales para la entomofauna que afecta a *Ocotea* sp. y *Smallanthus pyramidalis*, ya que son especies aptas para procesos de restauración ecológica pero que sufren de herbivoría.

Es importante evaluar el efecto de la luz en *Cordia resinosa* debido a que los individuos que se encontraban expuestos al sol empezaron a presentar clorosis en las hojas nuevas.

Se aconseja no utilizar *Prunus* sp. en este tipo de áreas debido a que esta especie es muy sensible a cambios extremos en cuanto a luz y a la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo.

Se recomienda utilizar la especie *Delostoma integrifolium* para este tipo de áreas ya que no se vio afectada por la herbivoría por parte de la entomofauna, además de presentar un aumento en la altura, cobertura y rebrotes de ramas y hojas; por otra parte, fue una de las especies que no presentó individuos muertos.

Es recomendable usar abono orgánico para el enriquecimiento del suelo, además de realizar estudios con otros abonos que aporten mayor información acerca de la efectividad del enriquecimiento del suelo con abonos orgánicos.

Se recomienda hacer un análisis del suelo y esorrentía para determinar el efecto de esta última en la disponibilidad de nutrientes a lo largo de las pendientes del área de estudio.

Es importante realizar un estudio de la relación planta-animal entre las especies que presentaron herbivoría y la entomofauna de la zona.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aide, T.M., Zimmerman, J.K., Herrera, L., Rosario, M., Serrano, M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *For. Ecol. Manage.* Vol. 77, pp.77–86.
- Almeida, A., Marques, M., Cecon-Valente, M.D.F., Vicente-Silva, J., Bos, S. 2016. Limited effectiveness of artificial bird perches for the establishment of seedlings and the restoration of Brazil's Atlantic Forest. *J. Nat. Conserv.* Vol. 34, pp. 24–32.
- Avendaño-Yáñez, M. de la L., Sánchez-Velásquez, L.R., Meave, J.A., Pineda-López, M. del R. 2014. Is facilitation a promising strategy for cloud forest restoration? *For. Ecol. Manage.* Vol. 329, pp. 328–333.
- Barrera, J.I., Contreras, S.M., Garzón, N.V., Moreno, A.C., Montoya, S.P. 2010. Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del Distrito Capital, Primera ed. ed. Bogotá, D.C., Colombia. 402 p.
- Betancurt, A.M. 2012. Caracterización de la vegetación presente en núcleos de vegetación establecidos como estrategia de restauración en el Parque Forestal Embalse Del Neusa, Cundinamarca, Colombia. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. 65 p.
- Boanares, D., Schetini, C. 2012. The use of nucleation techniques to restore the environment: A bibliometric analysis. *Nat. e Conserv.* 12, pp. 93–98.
- Corbin, J., Holl, K. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *For. Ecol. Manage.* Vol. 265, pp. 37–46.
- Cuatrecasas, J. 1934. Observaciones geobotánicas en Colombia, Serie 27. ed. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España. 144 p.
- Ferreira, R.A., Santos, P.L. 2012. Direct Sowing: An Alternative to the Restoration of Ecosystems of Tropical Forests, in: *Tropical Forests*. InTech, Croacia, 400 p.
- Giraldo-Cañas, D., Peterson, P.M. 2009. Revisión de las especies del género *Sporobolus* (Poaceae: Chloridoideae: Sporobolinae) del Noroeste de Sudamérica: Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. *Caldasia*. Vol. 31, pp. 41–76.
- Giraldo, L.A., Ríos, H.F., Polanco, M.F. 2009. Efecto de dos enraizadores en tres especies forestales promisorias para la recuperación de suelos. *Rev. Investig. Agrar. y Ambient.* Vol. 1, pp. 41–47.
- González, A.L., Solorza, J.H., Vargas, O. 2008. Secesiones experimentales en potreros: Rasgos de historia de vida y herbivoría, in: *Estrategias Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino [El Caso de La Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca]*. Bogotá, Colombia, pp. 119–128.
- Gudynas, E., 2004. *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible*, Quinta Ed. ed. Montevideo, Uruguay. 132 p.
- Gutierrez, N. 2012. Estado de la vegetación en núcleos de restauración utilizados para el restablecimiento del bosque altoandino del parque forestal embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia. Trabajo de grado. Programa de ecología. Facultad de estudios ambientales y rurales. Pontificia Universidad Javeriana. 90 p.
- Hastwell, G.T., Facelli, J.M. 2003. Differing effects of shade-induced facilitation on growth and survival during the establishment of a chenopod shrub. *J. Ecol.* Vol. 91, pp. 941–950.

- Hernández-Pineda, L., Roa-Casas, O., Francisco, C.-P. 2014. Crecimiento de *Baccharis macrantha* y *Viburnum triphyllum*, dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia). *Biota Colomb.* Vol. 15, pp. 27–38.
- Holl, K.D. 2002. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *J. Ecol.* Vol. 90, pp. 179–187.
- Izco, J., Devesa, J.A. 2004. Plantas con semillas, in: *Botánica*. McGraw-Hill - Interamericana de España, S.A.U., Aravaca, Madrid, 906 p.
- León, O.-A., Díaz-Espinoza, A., Vargas, O. 2008. Generación de doseles un primer paso para la restauración ecológica, in: *Estrategias Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino*. Bogotá, Colombia, pp. 173–185.
- Lesica, P., Allendorf, F.W. 1999. Ecological genetics and the restoration of plant communities: Mix or Match? *Restor. Ecol.* Vol. 7, pp. 42–50.
- Martínez, Y.A. 2017. Establecimiento y evaluación de parcelas experimentales de restauración ecológica en el humedal Las Guacas, Popayán - Cauca. Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad del Cauca. 80 p.
- Montenegro, A.L., Vargas, O. 2008. Atributos vitales de especies leñosas en tres tipos de borde de bosque altoandino, in: *Estrategias Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino*. Bogotá, Colombia, pp. 231–250.
- Mosquera, B. 2010. Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana, Fonag. Quito. 25 p.
- Murcia, C. 1997. Evaluation of Andean alder as a catalyst for the recovery of tropical cloud forests in Colombia. *For. Ecol. Manage.* Vol. 99, pp. 163–170.
- Omeja, P.A., Chapman, C.A., Obua, J., Lwanga, J.S., Jacob, A.L., Wanyama, F., Mugenyi, R. 2011. Intensive tree planting facilitates tropical forest biodiversity and biomass accumulation in Kibale National Park, Uganda. *For. Ecol. Manage.* Vol. 261, pp. 703–709.
- Pérez-Vega, J., Acosta-Rodríguez, L., Parrado-Rosselli, Á. 2011. Ensayos de propagación de algunas especies forestales aptas para el manejo de la microcuenca La Lejía Cundinamarca, Colombia. *Rev. Científica*. pp. 124–137.
- Ramírez-Padilla, B. 1995. Principios y métodos en ecología vegetal. Popayán, Cauca. 45p.
- Reis, A., Campanhã, F., Tres, D.R., 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Sci. Agric.* Vol. 67, pp. 244–250.
- Riveros-Sarmiento, J.L., Vargas-Moreno, M., Moreno-Cárdenas, A.C., Prado, L.F. 2008. Modelo participativo para la recuperación de las microcuencas Chingaza y Requilina en la localidad de Usme, in: *Experiencias de Restauración Ecológica En Colombia: "Entre La Sucesión y Los Disturbios."* Bogotá, D.C., pp. 171–183.
- Rojas, F. 2002. Metodología para la evaluación de la calidad de plántulas de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en vivero. *Rev. Chapingo*. Vol. 8, pp. 75–81.
- Romero, A. 2005. Propuesta metodológica para seleccionar especies pioneras leñosas con fines de restauración ecológica dentro de la reserva biológica Cachalú (Encino,

- Santander). Rev. Colomb. For. Vol. 9, pp. 52–59.
- Simula, M., Mansur, E. 2011. Un desafío mundial que reclama respuesta local. *Unasylva* Vol. 62, pp. 3–7.
- Smith, T., Smith, R. 2007. Ecología del Paisaje, in: Ecología. PEARSON EDUCACIÓN, S. A., Madrid, España, 776 p.
- Thacker, H. 2013. *Setaria parviflora* [WWW Document]. La List. Roja Especies Amenazadas la UICN.
- Thompson, I. 2011. Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. *Rev. Int. Silv. e Ind. For.* Vol. 62, pp. 25–30.
- UICN, PNUMA, WWF 1991. Cuidar la tierra. Estrategia para el futuro de la vida, Segunda. ed. Gland, Suiza. 263 p.
- Vargas, O., Mora, F. 2008. La restauración ecológica su contexto, definiciones y dimensiones, in: Estrategias Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino. Bogotá, Colombia, pp. 19–40.
- Vargas, O.R. 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino, Primera ed. Bogotá, Colombia. 194 p.
- Velasco-Linares, P., Vargas, O. 2008. Problemática de los Bosques Altoandinos, in: Estrategias Para La Restauración Ecológica Del Bosque Altoandino. Bogotá, Colombia, pp. 41–56.
- Zahawi, R.A., 2008. Instant trees: Using giant vegetative stakes in tropical forest restoration. *For. Ecol. Manage.* Vol. 255, pp. 3013–3016.

Anexos

Anexo 1. Formato utilizado para la toma de datos en campo.

**PLANILLA DE CAMPO
UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**COMPARACIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN UN ÁREA POTRERIZADA
DE LA SUBCUENCA RÍO LAS PIEDRAS, POPAYÁN - CAUCA**

Fecha: _____

Visita N°: _____

Parcela N°: _____

Bloque N°: _____

N°	Familia	Altura total (m)	Altura Fuste (m)	Área copa (cm ²)	Estado Fitosanitario	Observaciones
1	<i>Prunus</i> sp.					
2	<i>Prunus</i> sp.					
3	<i>Prunus</i> sp.					
4	<i>Cordia resinosa</i>					
5	<i>Cordia resinosa</i>					
6	<i>Prunus</i> sp.					
7	<i>Prunus</i> sp.					
8	<i>Prunus</i> sp.					
9	<i>Cordia resinosa</i>					
10	<i>Cordia resinosa</i>					
11	<i>Prunus</i> sp.					
12	<i>Prunus</i> sp.					
13	<i>Prunus</i> sp.					
14	<i>Cordia resinosa</i>					
15	<i>Cordia resinosa</i>					
16	<i>Prunus</i> sp.					
17	<i>Prunus</i> sp.					
18	<i>Prunus</i> sp.					
19	<i>Cordia resinosa</i>					
20	<i>Cordia resinosa</i>					
21	<i>Pouteria</i> sp.					
22	<i>Cedrela montana</i>					
23	<i>Cedrela montana</i>					
24	<i>Ocotea</i> sp.					
25	<i>Cedrela montana</i>					
26	<i>Cedrela montana</i>					
27	<i>Phyllanthus salviifolius</i>					
28	<i>Smallanthus pyramidalis</i>					
29	<i>Smallanthus pyramidalis</i>					
30	<i>Myrcianthes</i> sp.					
31	<i>Delostoma integrifolium</i>					
32	<i>Cedrela montana</i>					

Estado Fitosanitario (EF)	
EF1	Planta Sana
EF2	Hasta 50% Enferma
EF3	Enferma, más del 50%
EF4	Individuo Muerto

Anexo 2. Composición de especies vegetales en un área de potrero aislada durante 7 meses.

Familia	Genero	Especie	Habito
Araliaceae	Hydrocotyle	<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	Rasante
Asteraceae	Ageratina	<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	Arbustivo
Asteraceae	Hypochaeris	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Rasante
Asteraceae	Leucanthemum	<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.	Herbáceo
Caryophyllaceae	Cerastium	<i>Cerastium</i> sp.	Herbáceo
Caryophyllaceae	Cerastium	<i>Cerastium arvense</i> L.	Herbáceo
Fabaceae	Desmodium	<i>Desmodium</i> sp.	Rasante
Fabaceae	Trifolium	<i>Trifolium repens</i> L.	Rasante
Melastomataceae	Tibouchina	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cong.	Arbustivo
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Arbustivo
Poaceae	Aegopogon	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Herbáceo
Poaceae	Anthoxanthum	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Herbáceo
Poaceae	Dactylis	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Herbáceo
Poaceae	Holcus	<i>Holcus lanatus</i> L.	Herbáceo
Poaceae	Sporobolus	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	Herbáceo
Poaceae	Setaria	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	Herbáceo
Rosaceae	Lachemilla	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	Rasante
Rosaceae	Rubus	<i>Rubus</i> sp.	Herbáceo

Anexo 3. Composición de especies en las parcelas experimentales de restauración ecológica después de 7 meses.

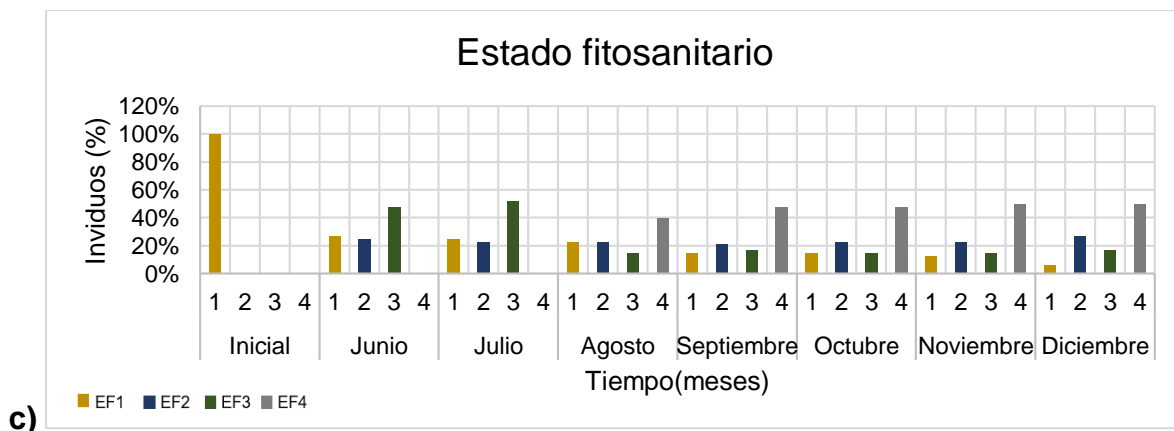
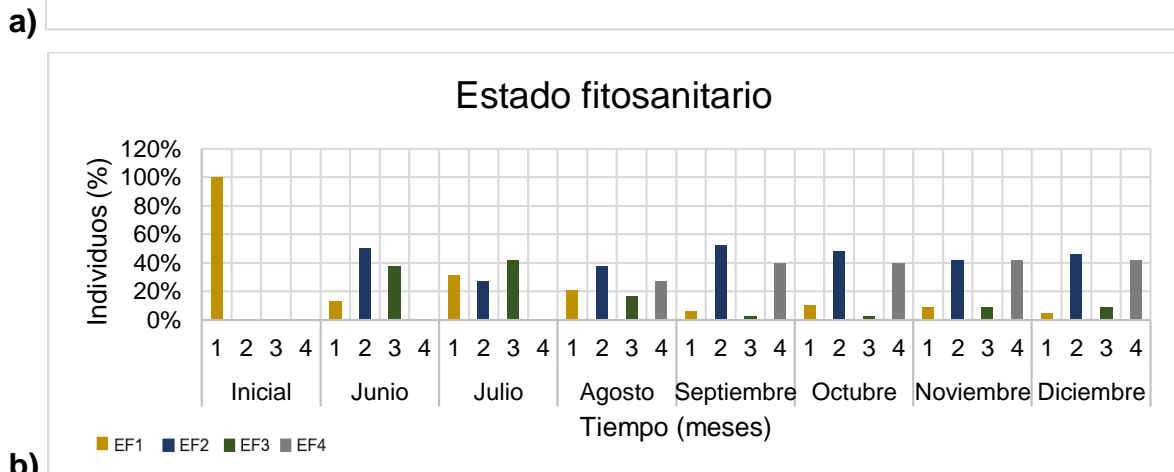
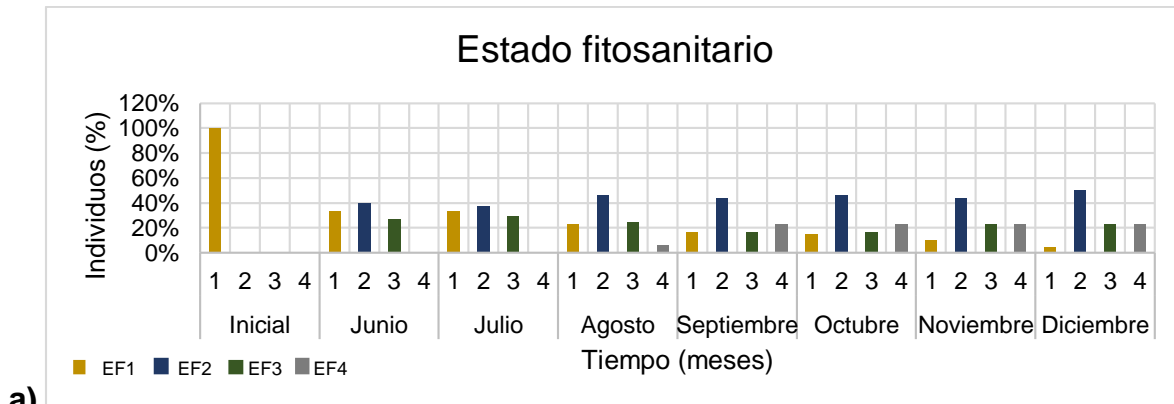
Familia	Genero	Especie	Hábito
Araliaceae	Hydrocotyle	<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	Rasante
Asteraceae	Acmella	<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich. ex Pers.	Rasante
Asteraceae	Ageratina	<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	Arbustivo
Asteraceae	Erechtites	<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.	Herbáceo
Asteraceae	Erigeron	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	Herbáceo
Asteraceae	Galinsoga	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo
Asteraceae	Gnaphalium	<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	Rasante
Asteraceae	Hypochaeris	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	Rasante
Asteraceae	Leucanthemum	<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vail.) Lam.	Herbáceo
Asteraceae	Noticastrum	<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cautr.	Rasante
Brassicaceae	Cardamine	<i>Cardamine ovata</i> Benth.	Herbáceo
Caryophyllaceae	Arenaria	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb	Rasante
Caryophyllaceae	Stellaria	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Rasante
Cyperaceae	Cyperus	<i>Pycreus niger</i> (Ruiz & Pav.) Cufod.	Herbáceo
Fabaceae	Medicago	<i>Medicago hispida</i>	Rasante
Fabaceae	Trifolium	<i>Trifolium repens</i> L.	Rasante
Hypericaceae	Hypericum	<i>Hypericum</i> sp.	Herbáceo
Iridaceae	Sisyrinchium	<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	Herbáceo
Juncaceae	Juncus	<i>Juncus tenuis</i> Willd	Herbáceo
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Herbáceo
Lytraceae	Cuphea	<i>Cuphea racemosa</i> (L.F.) Spreng.	Herbáceo
Melastomataceae	Monochaetum	<i>Monochaetum hartwegianum</i> Naudin	Arbustivo
Melastomataceae	Tibouchina	<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cong.	Arbustivo
Miliaceae	Cedrela	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Arbóreo
Oxalidaceae	Oxalis	<i>Oxalis medicaginea</i> Kunth	Rasante
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Herbáceo
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Arbustivo
Plantaginaceae	Plantago	<i>Plantago australis</i> Lam.	Herbáceo
Poaceae	Aegopogon	<i>Aegopogon cenchroides</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Herbáceo
Poaceae	Anthoxanthum	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Herbáceo

Poaceae	Dactylis	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Herbáceo
Poaceae	Holcus	<i>Holcus lanatus</i> L.	Herbáceo
Poaceae	Sporobolus	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	Herbáceo
Poaceae	Setaria	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) M.Kerguelen	Herbáceo
Polygonaceae	Persicaria	<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisn.) Miyabe	Rasante
Polygonaceae	Rumex	<i>Rumex crispus</i> L.	Herbáceo
Rosaceae	Duchesnea	<i>Duchesnea indica</i> (Jacks.) Focke	Herbáceo
Rosaceae	Lachemilla	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	Rasante
Rosaceae	Lachemilla	<i>Lachemilla aphanoides</i> (L.f.) Rothm	Herbáceo
Rosaceae	Rubus	<i>Rubus</i> sp.	Herbáceo
Rubiaceae	Spermacoce	<i>Spermacoce assurgens</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Arbustivo
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Arbustivo
Verbenaceae	Verbena	<i>Verbena littoralis</i> Kunth	Herbáceo

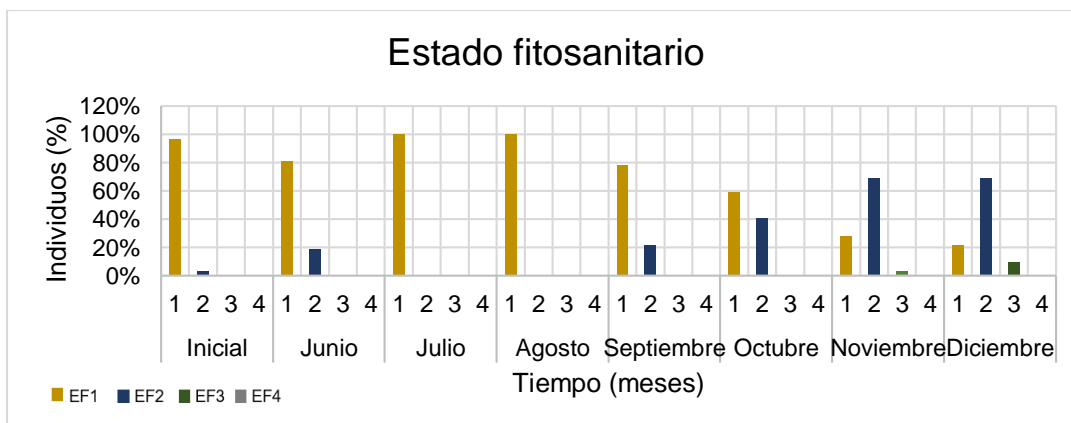
Anexo 4. Número de especies por núcleo.

Especie	Núcleo																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*		*	
<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich. ex Pers.				*		*																		
<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.															*									
<i>Erechtites valerianifolius</i> (Wolf) DC.																				*		*		
<i>Erigeron bonariensis</i> L.																						*		
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.					*																			
<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.																				*		*		
<i>Hypochaeris radicata</i> L.							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.			*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cautr.													*											
<i>Cardamine ovata</i> Benth.		*		*																				
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.									*															
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.				*																				
<i>Pycreus niger</i> (Ruiz & Pav.) Cufod.																				*		*		
<i>Medicago hispida</i>														*										
<i>Trifolium repens</i> L.		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hypericum</i> sp.																						*		
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.																		*		*		*		
<i>Juncus tenuis</i> Willd.																						*		
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth		*		*	*																			
<i>Cuphea racemosa</i> (L.F.) Spreng.													*		*		*							
<i>Monochaetum hartwegianum</i> Naudin													*		*		*							
<i>Tibouchina mollis</i> (Bonpl.) Cong.													*											
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.							*																	
<i>Oxalis medicaginea</i> Kunth		*		*		*	*																	
<i>Phyllanthus niruri</i> L.																						*		

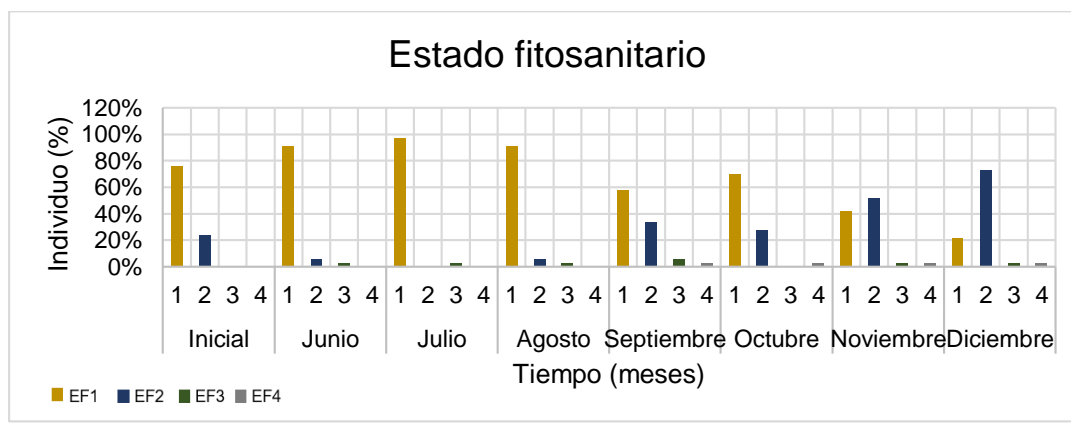
Anexo 5. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Prunus* sp. a) *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) *Prunus* sp. con capote de monte. c) *Prunus* sp. con aboniza.



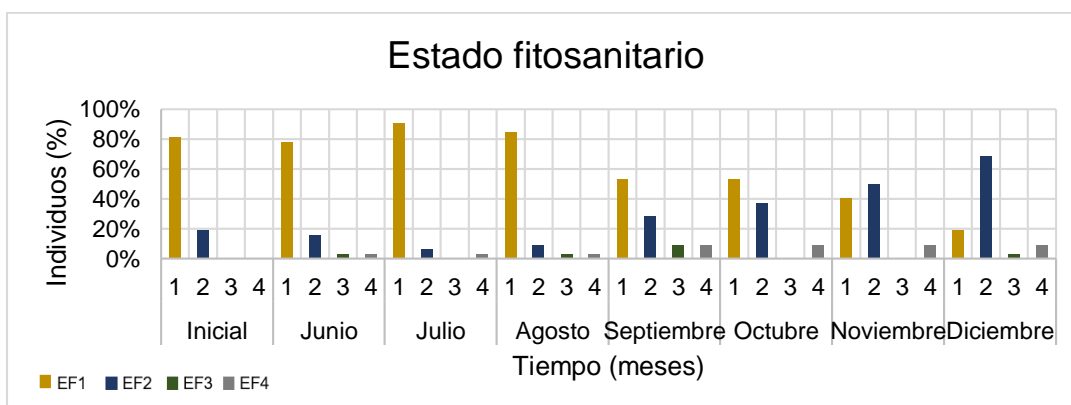
Anexo 6. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Cordia resinosa*. a) *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) *Cordia resinosa* con capote de monte. c) *Cordia resinosa* con aboniza.



a)

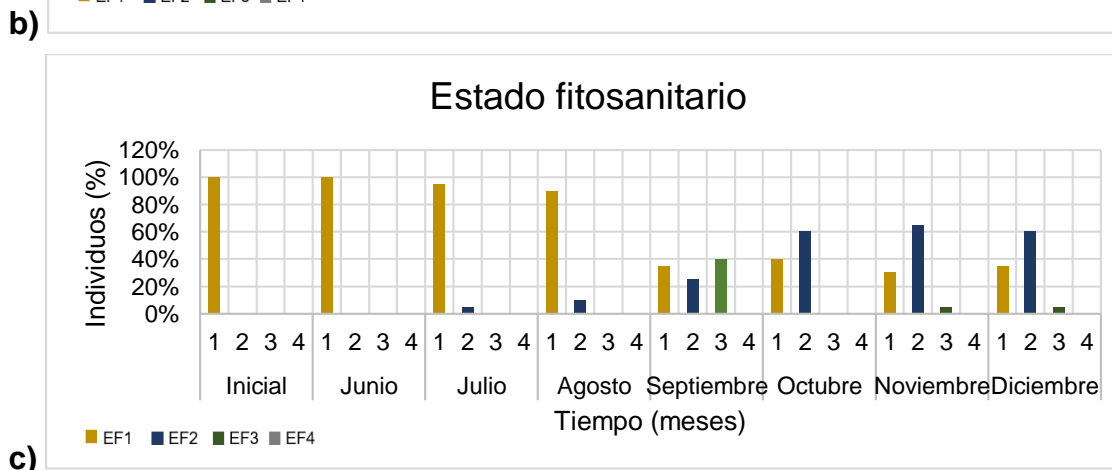
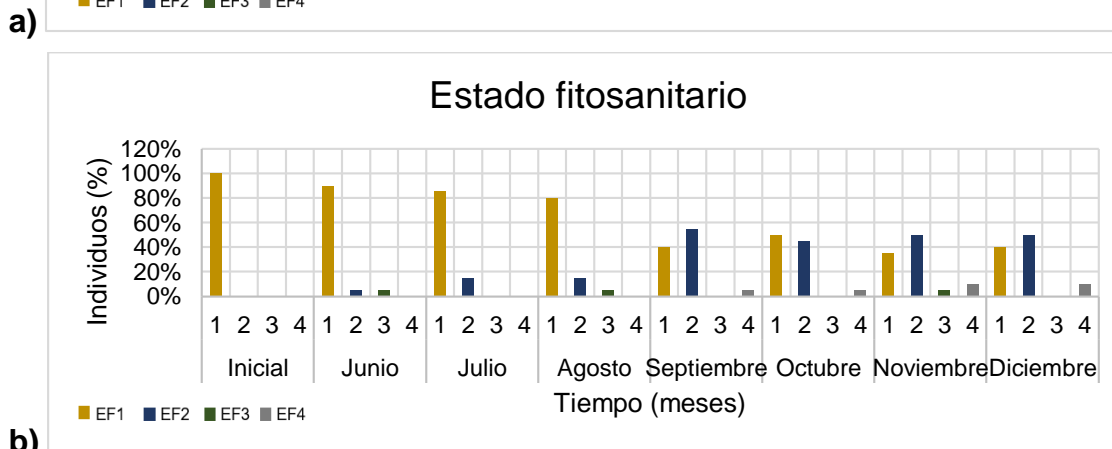
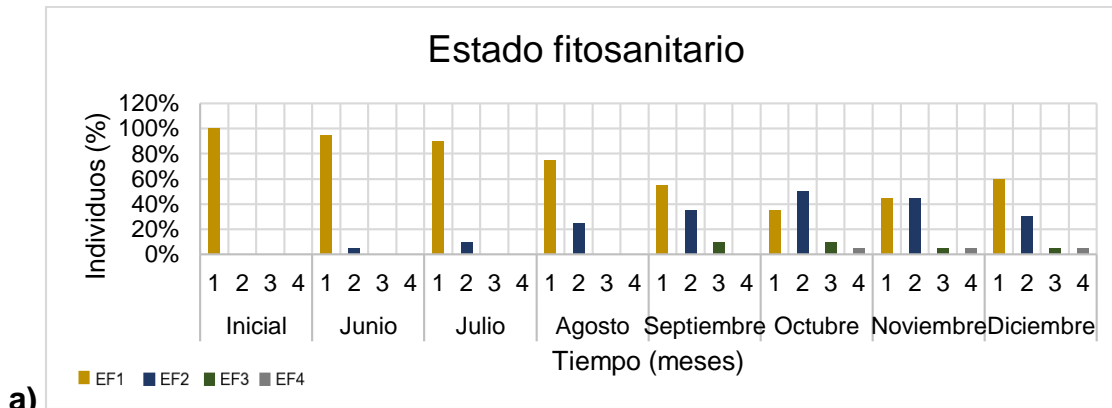


b)

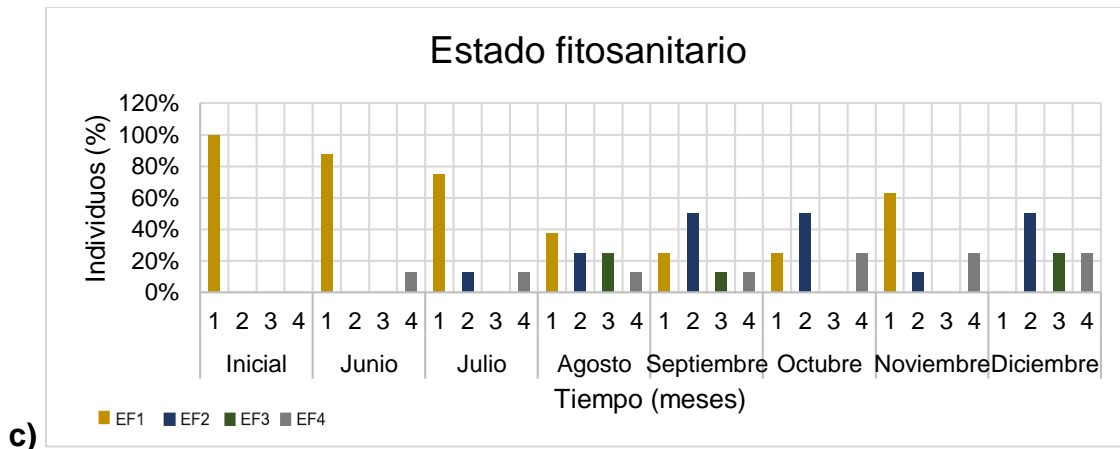
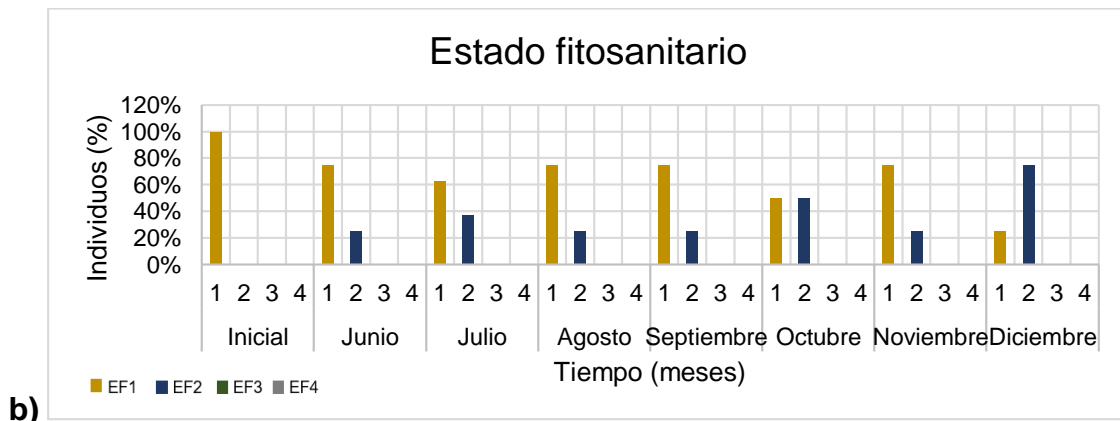
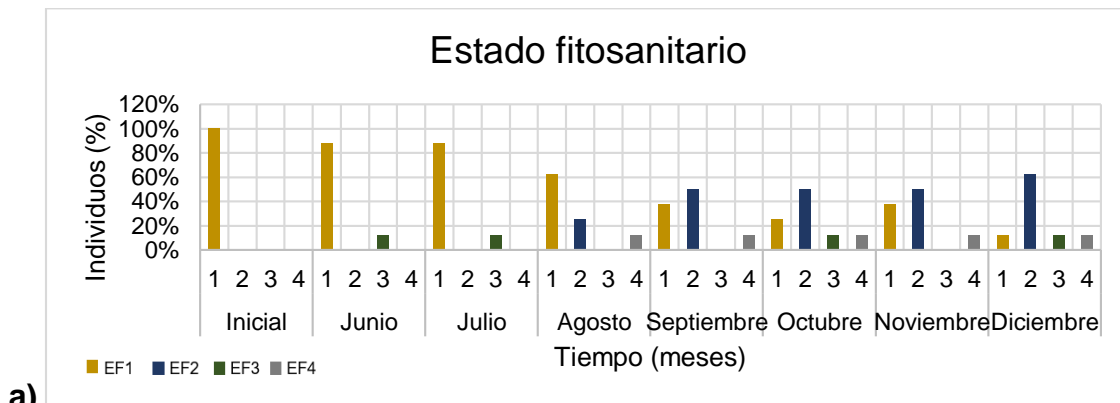


c)

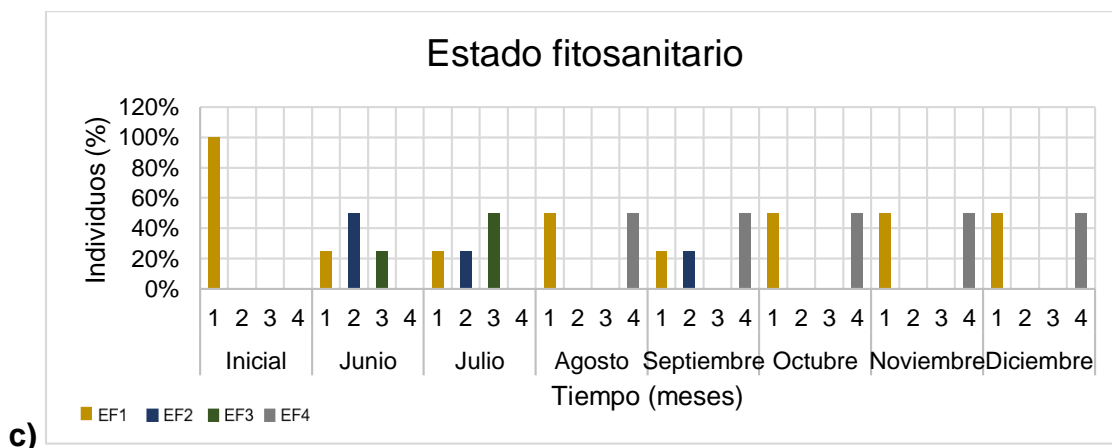
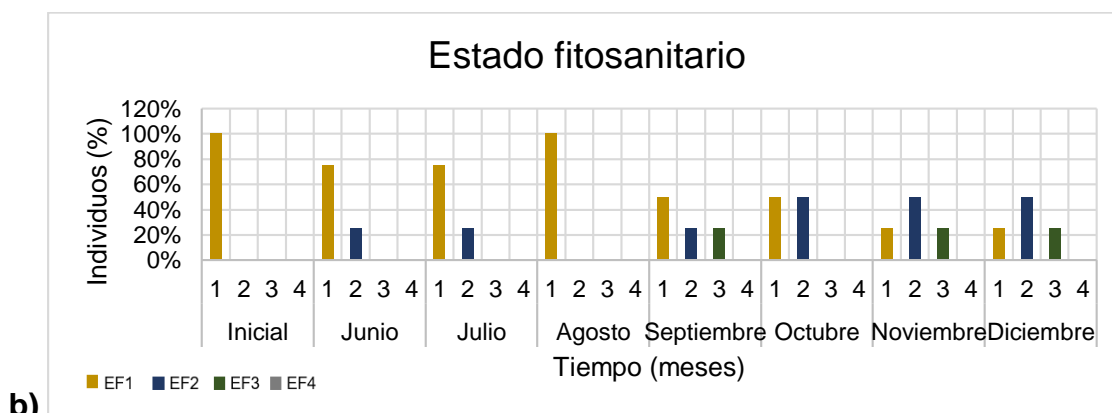
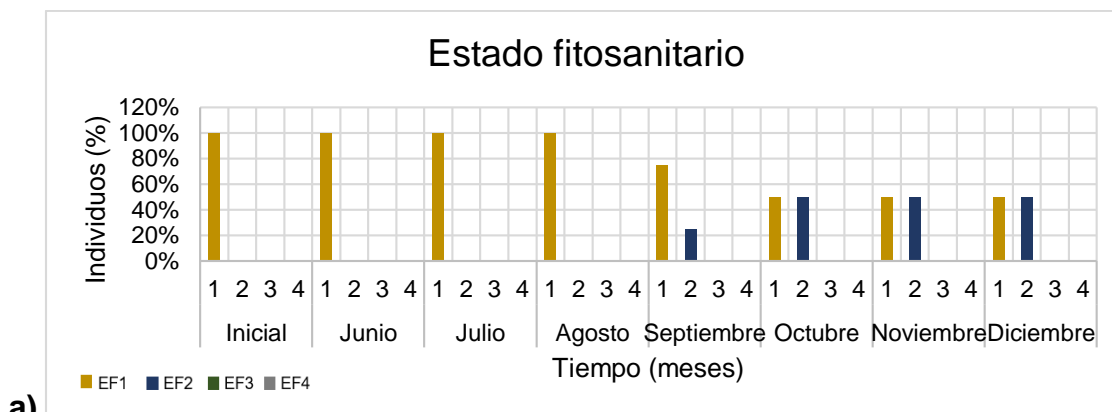
Anexo 7. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Cedrela montana*. a) *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) *Cedrela montana* con capote de monte. c) *Cedrela montana* con aboniza.



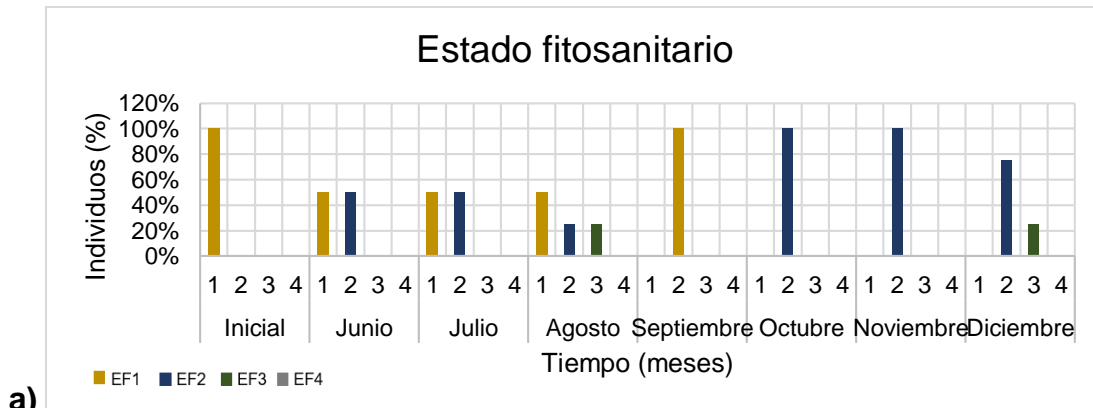
Anexo 8. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Smallanthus pyramidalis*. a) *Smallanthus pyramidalis* sin enriquecimiento del suelo. b) *Smallanthus pyramidalis* con capote de monte. c) *Smallanthus pyramidalis* con aboniza.



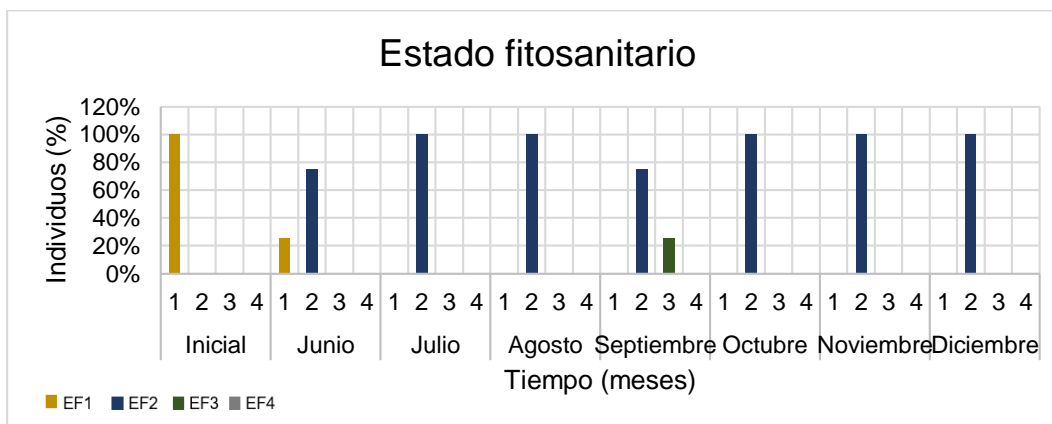
Anexo 9. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Pouteria* sp. a) *Pouteria* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) *Pouteria* sp. con capote de monte. c) *Pouteria* sp. con aboniza.



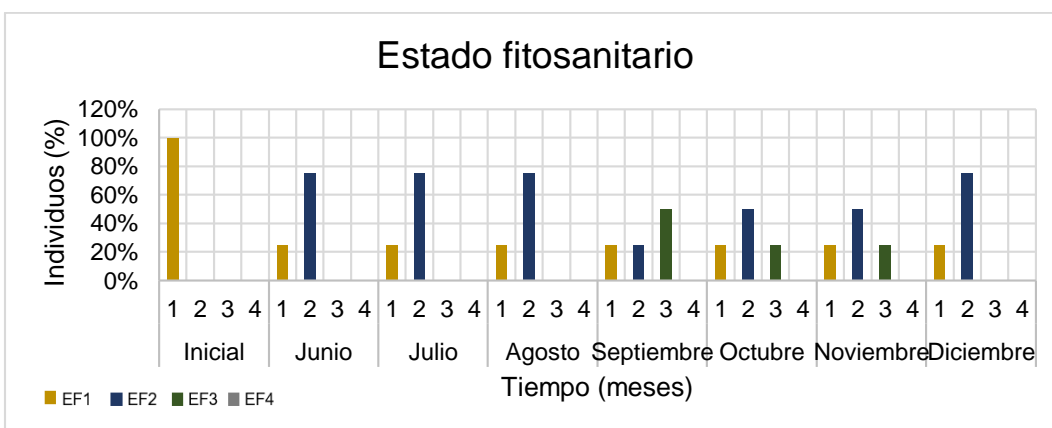
Anexo 10. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Ocotea* sp. a) *Ocotea* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) *Ocotea* sp. con capote de monte. c) *Ocotea* sp. con aboniza.



a)

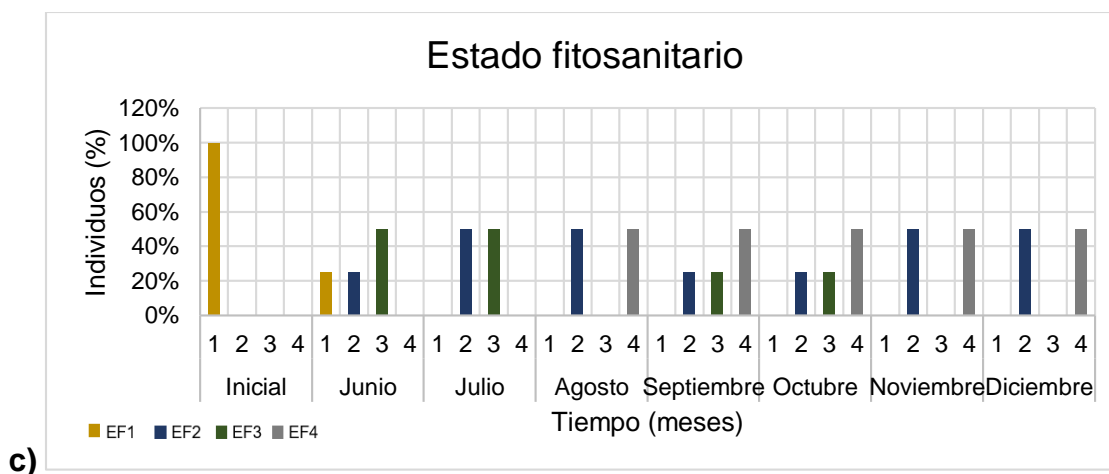
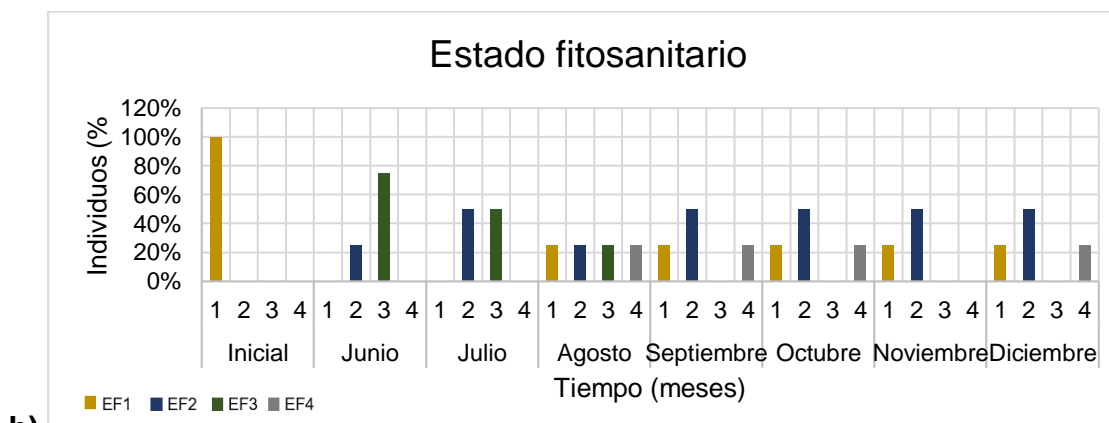
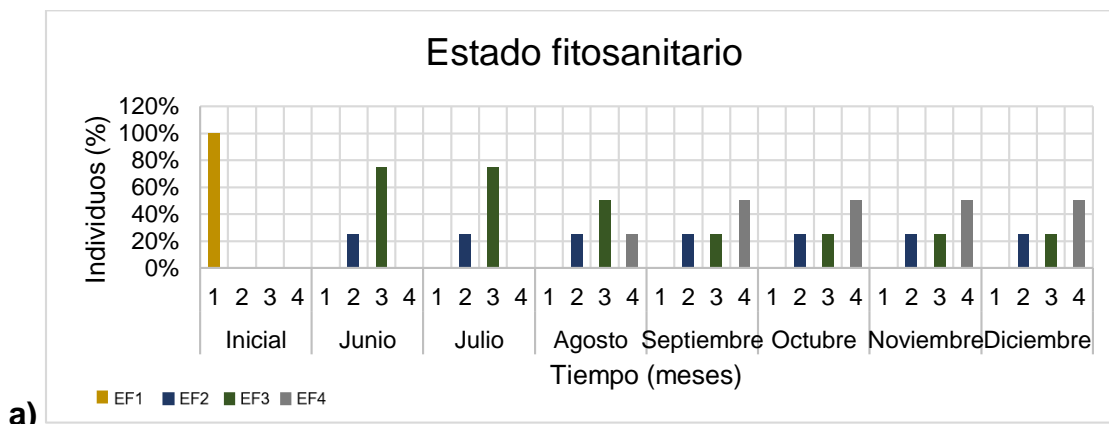


b)

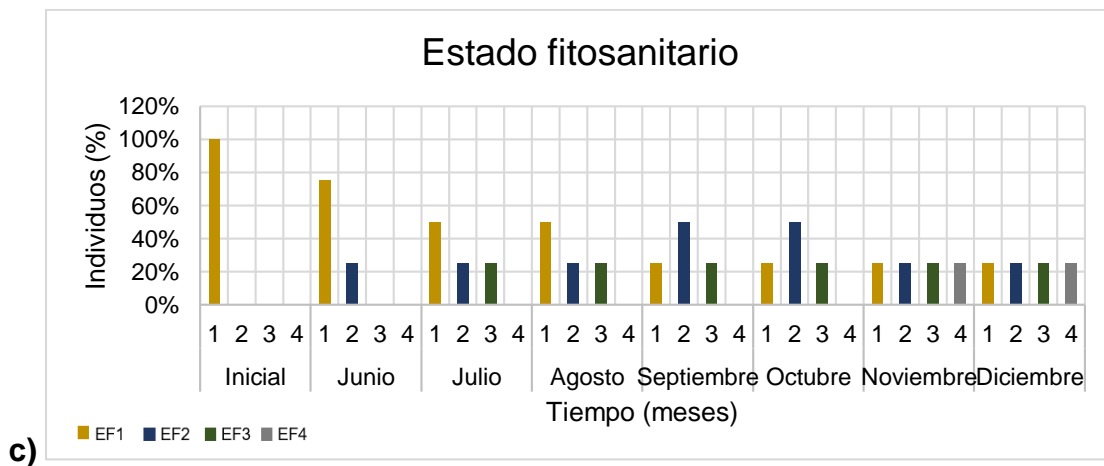
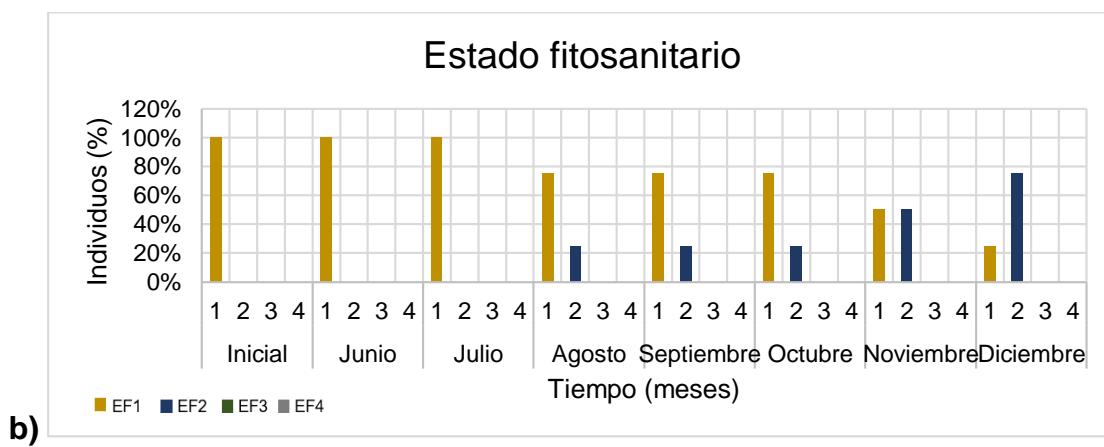
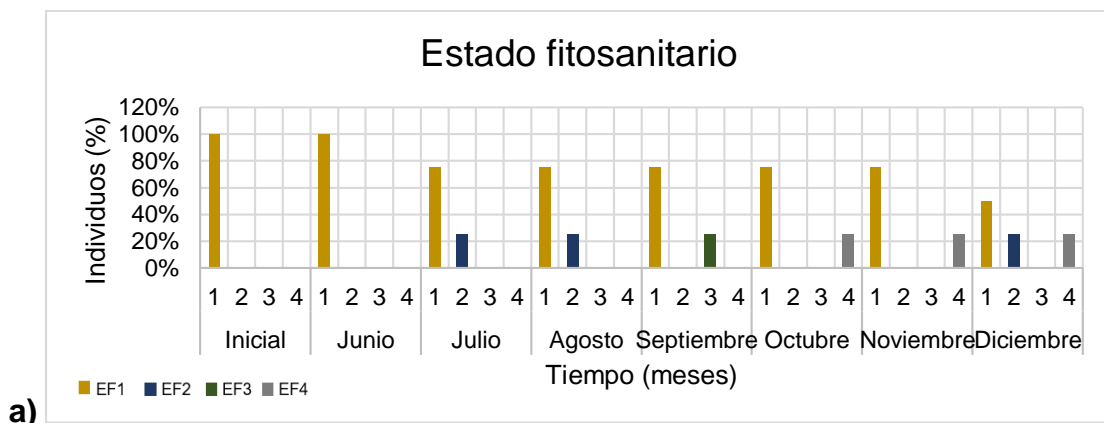


c)

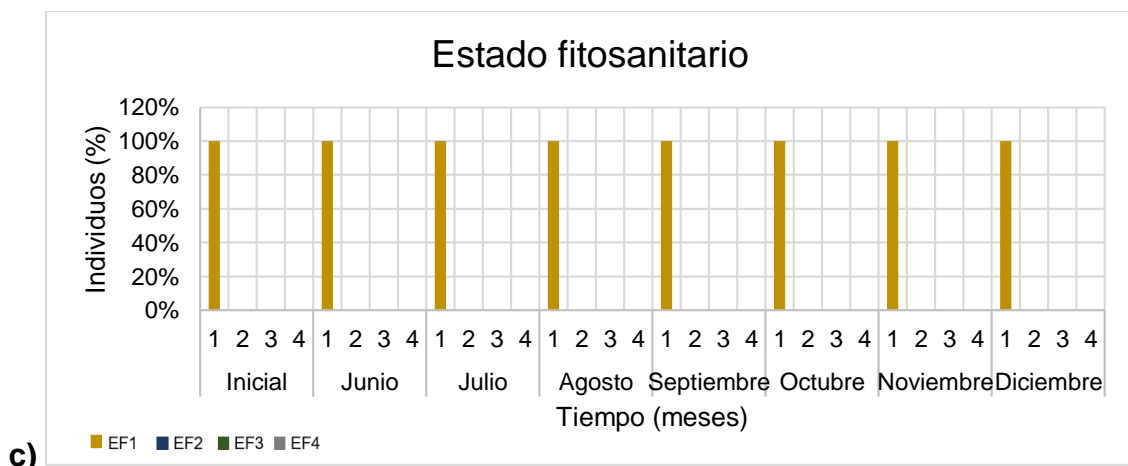
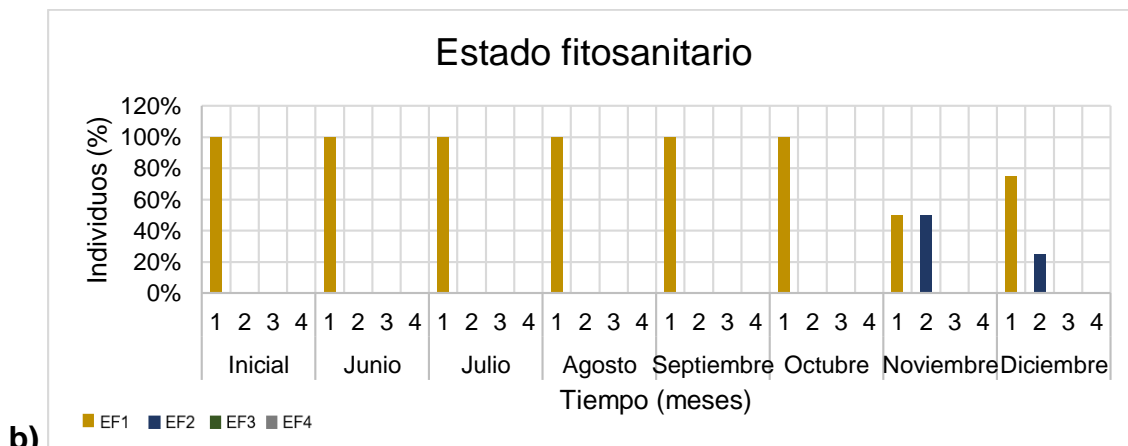
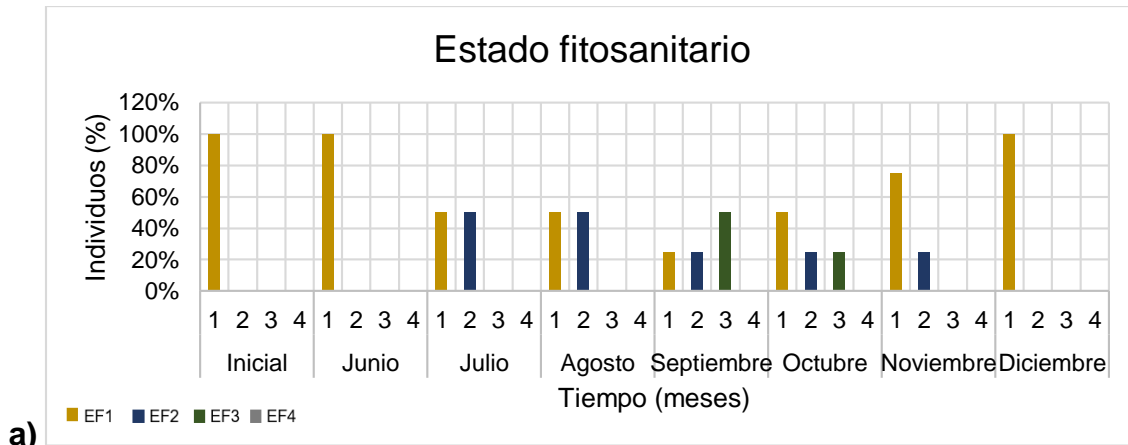
Anexo 11. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Phyllanthus salviifolius*. a) *Phyllanthus salviifolius* sin enriquecimiento del suelo. b) *Phyllanthus salviifolius* con capote de monte. c) *Phyllanthus salviifolius* con aboniza.



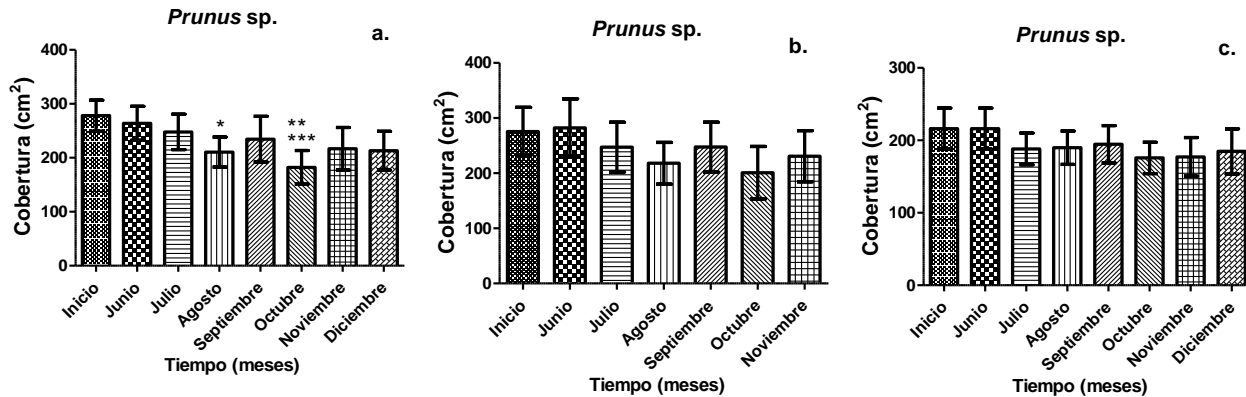
Anexo 12. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Myrcianthes* sp. a) *Myrcianthes* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) *Myrcianthes* sp. con capote de monte. c) *Myrcianthes* sp. con aboniza.



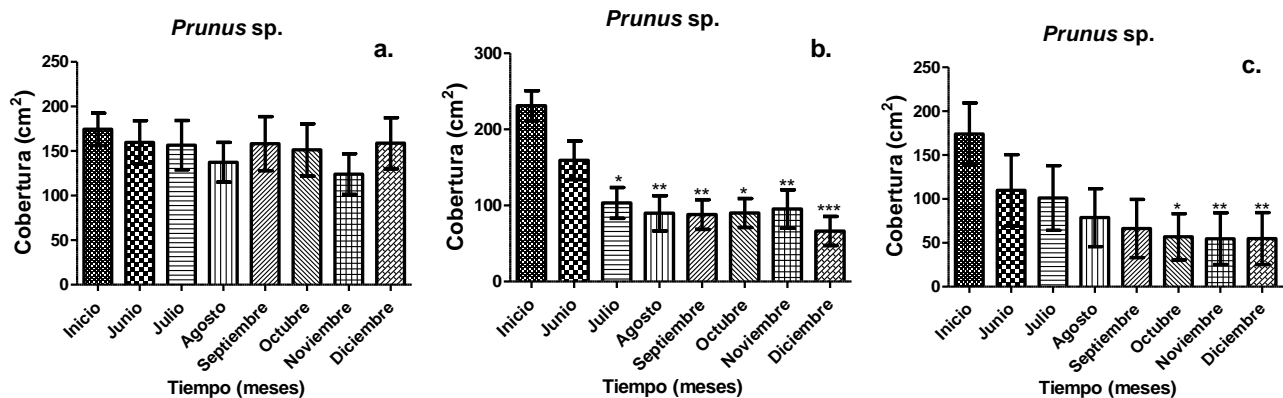
Anexo 13. Representación gráfica en el porcentaje del estado fitosanitario en el tiempo (meses) de *Delostoma integrifolium*. a) *Delostoma integrifolium* sin enriquecimiento del suelo. b) *Delostoma integrifolium* con capote de monte. c) *Delostoma integrifolium* con aboniza.



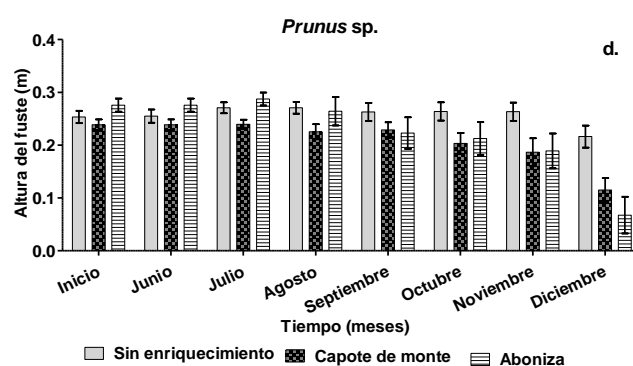
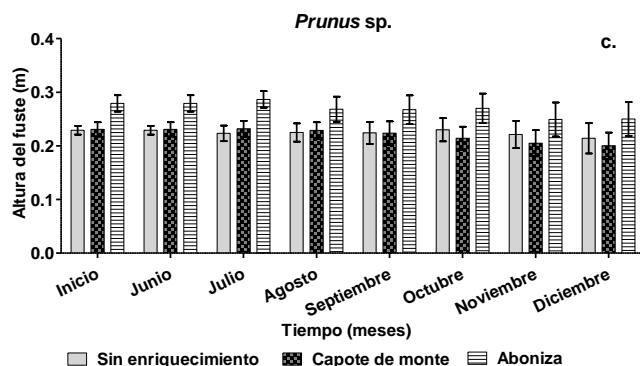
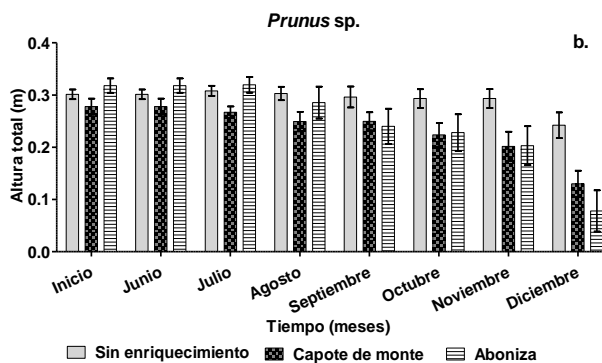
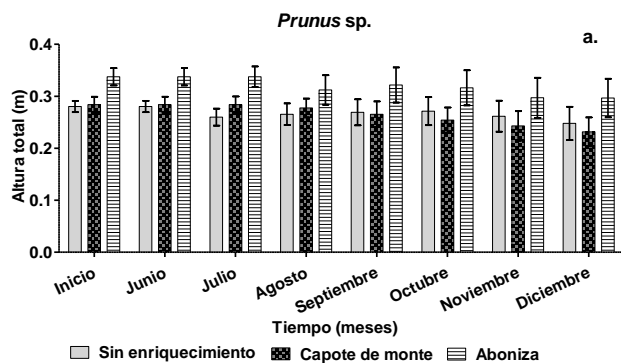
Anexo 14. Comportamiento de la cobertura de *Prunus sp.* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Prunus sp.* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Prunus sp.* con capote de monte. c) Cobertura de *Prunus sp.* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y b) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (c). (* $p < 0,05$), (** $p < 0.01$), (***) $p < 0,001$).



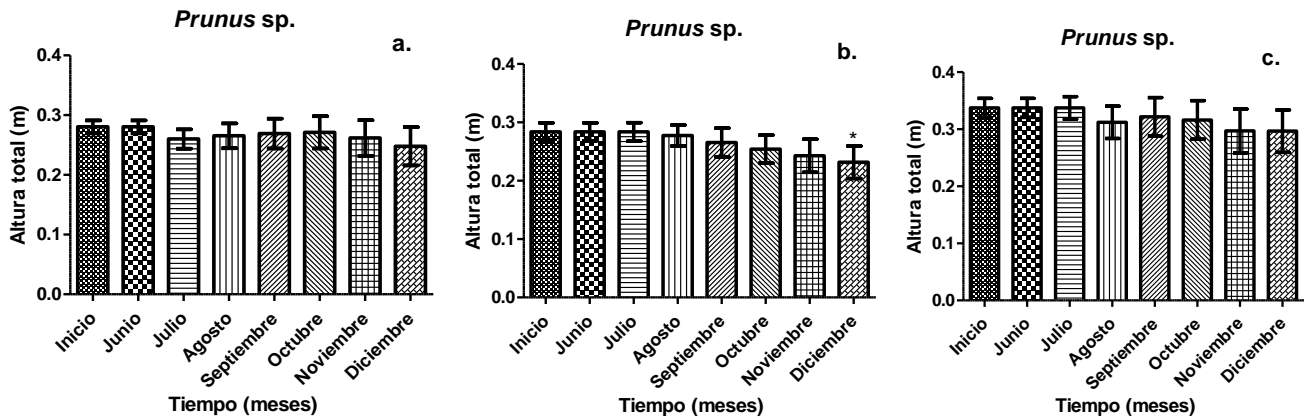
Anexo 15. Comportamiento de la cobertura de *Prunus sp.* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Prunus sp.* sin enriquecimiento del suelo (Kruskal-Wallis). b) Cobertura de *Prunus sp.* con capote de monte (Kruskal-Wallis). c) Cobertura de *Prunus sp.* con aboniza (Kruskal-Wallis). Los datos representan la media \pm SEM para test no paramétrico de Kruskal- Wallis. (* $p < 0,05$), (** $p < 0.01$), (***) $p < 0,001$).



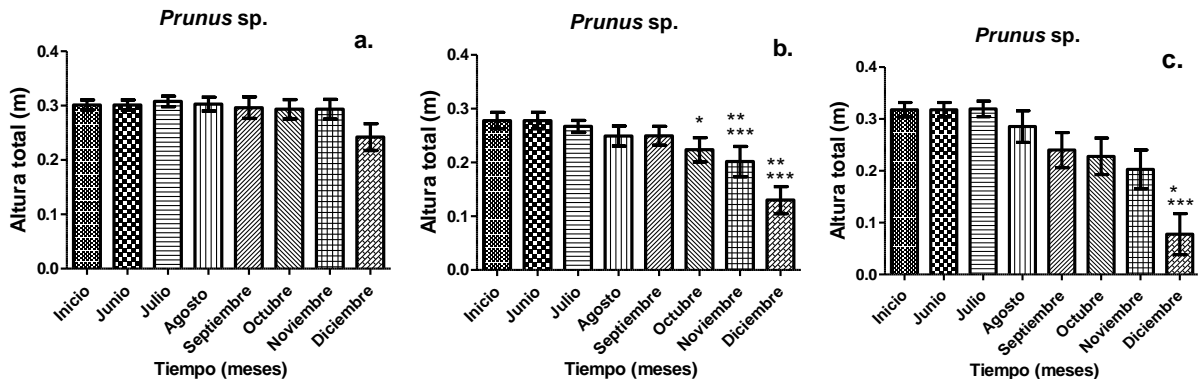
Anexo 16. Comportamiento de *Prunus* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Prunus* sp. (P1). b) Altura total promedio de *Prunus* sp. (P2). c) Altura fuste promedio de *Prunus* sp. (P1). d) Altura fuste promedio de *Prunus* sp. (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b y d).



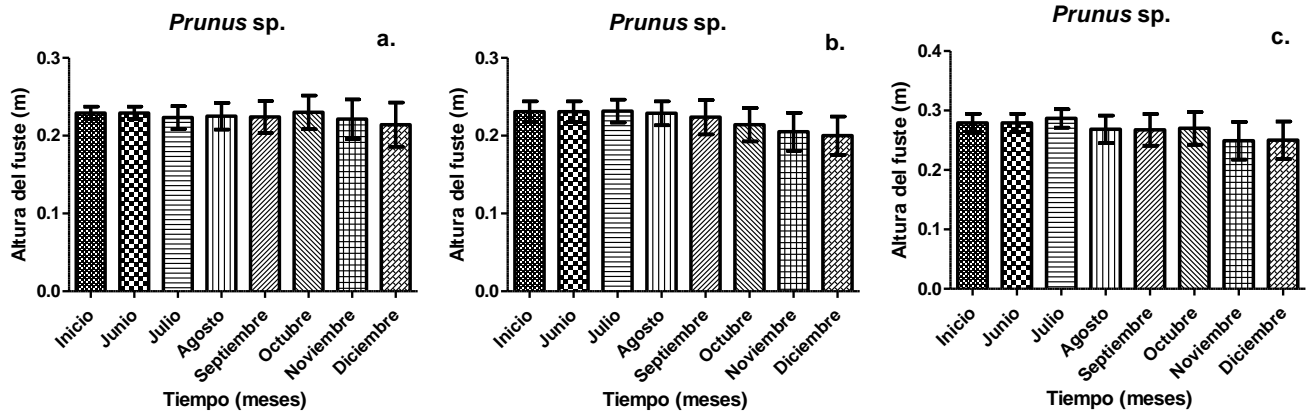
Anexo 17. Comportamiento de la altura total de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura total de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$).



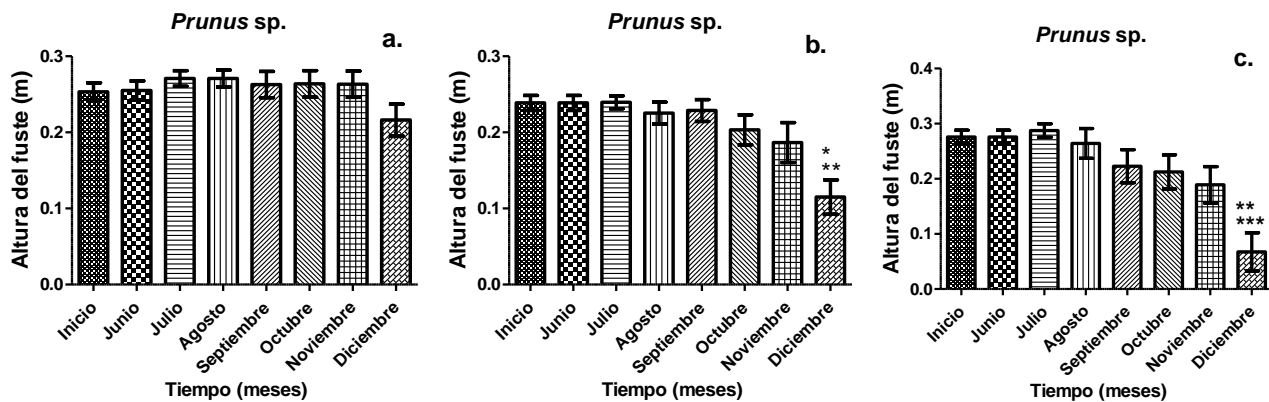
Anexo 18. Comportamiento de la altura total de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura total de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (b) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a y c). (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).



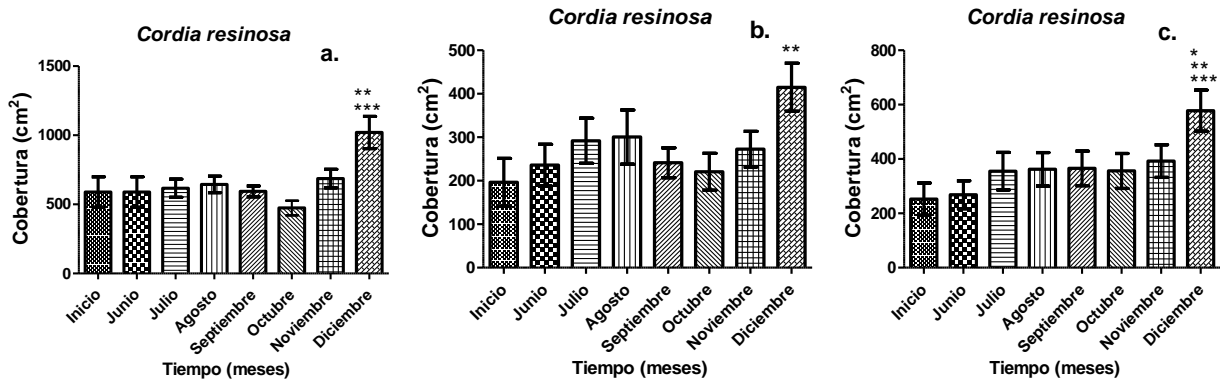
Anexo 19. Comportamiento de la altura del fuste de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura del fuste de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía.



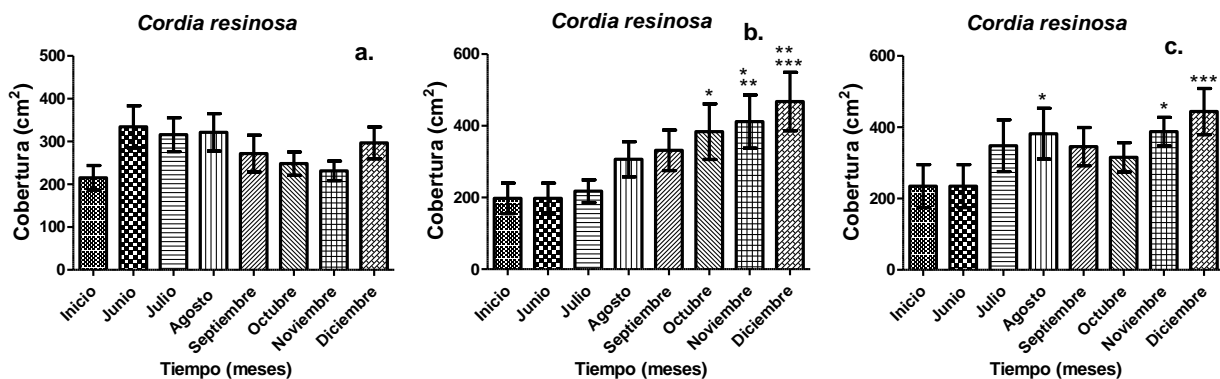
Anexo 20. Comportamiento de la altura del fuste de *Prunus* sp. con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Prunus* sp. sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Prunus* sp. con capote de monte. c) Altura del fuste de *Prunus* sp. con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test no paramétrico de Kruskal- Wallis. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).



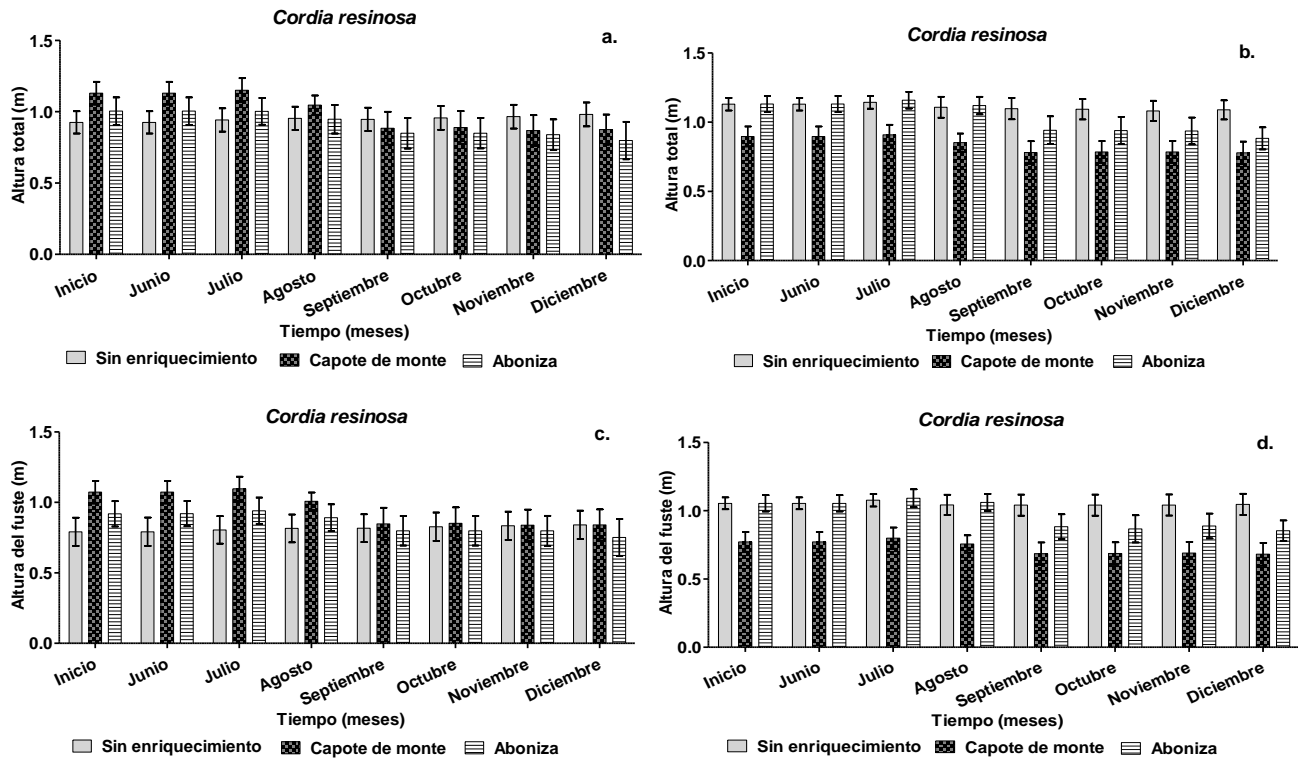
Anexo 21. Comportamiento de la cobertura de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo (ANOVA). b) Cobertura de *Cordia resinosa* con capote de monte (Kruskal-Wallis). c) Cobertura de *Cordia resinosa* con aboniza (ANOVA). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b). (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).



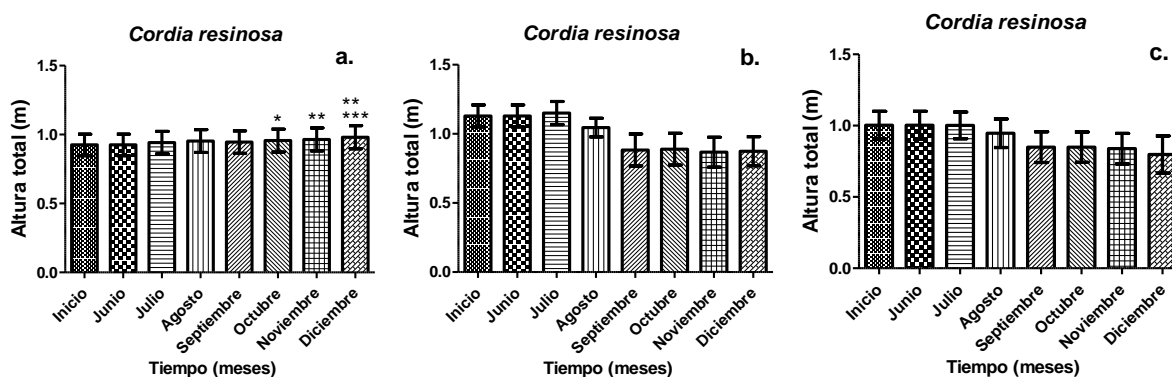
Anexo 22. Comportamiento de la cobertura de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Cobertura de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (b y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a). (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).



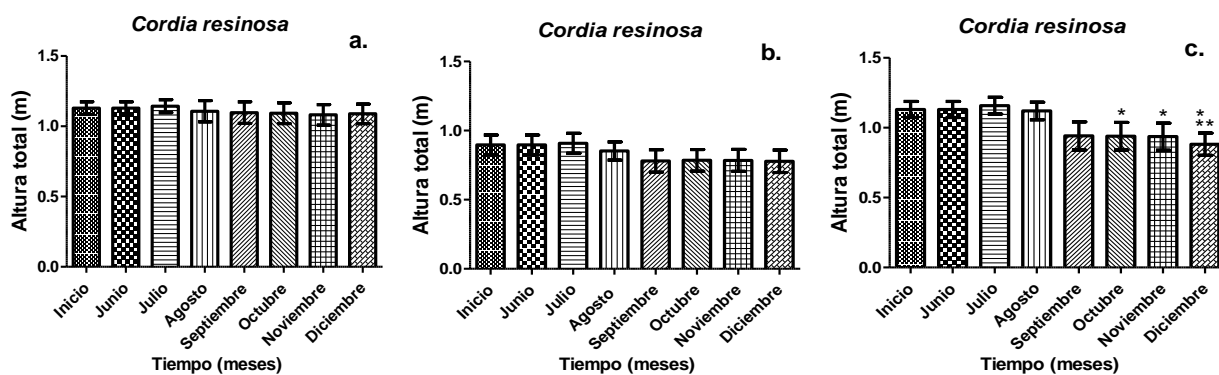
Anexo 23. Comportamiento de *Cordia resinosa* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Cordia resinosa* (P1). b) Altura total promedio de *Cordia resinosa* (P2). c) Altura fuste promedio de *Cordia resinosa* (P1). d) Altura fuste promedio de *Cordia resinosa* (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test no paramétrico de Kruskal- Wallis.



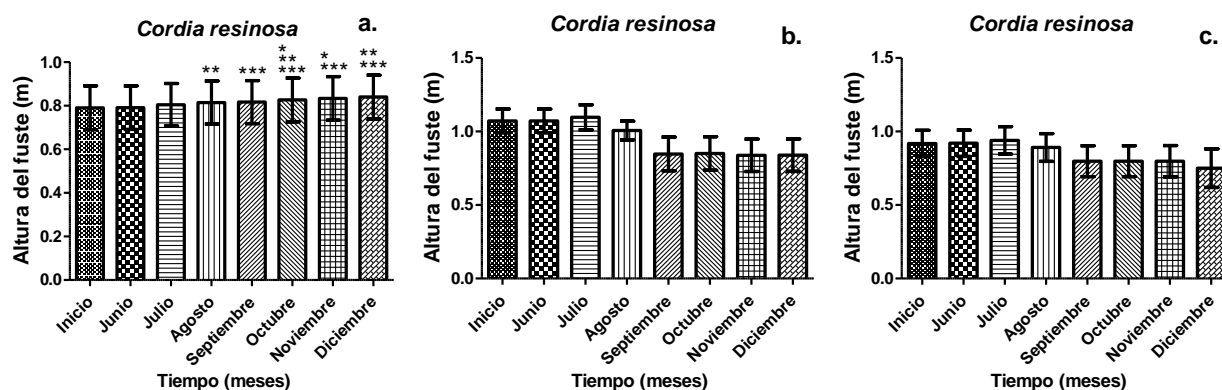
Anexo 24. Comportamiento de la altura total de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura total de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y b) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (c). (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).



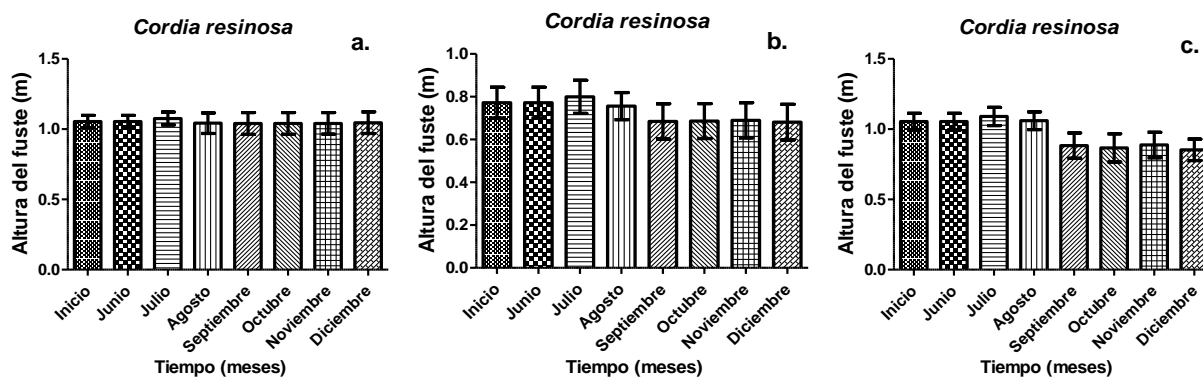
Anexo 25. Comportamiento de la altura total de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura total de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$).



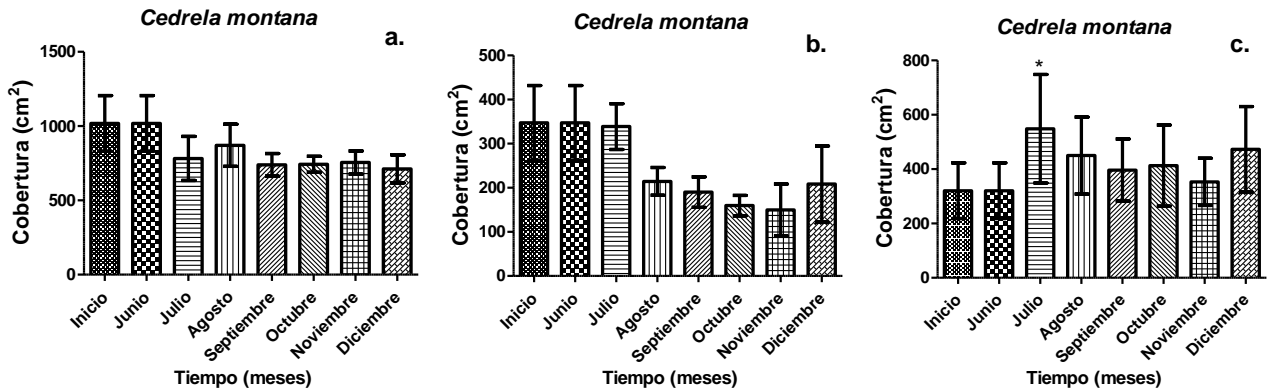
Anexo 26. Comportamiento de la altura del fuste de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$), (***) $p < 0,001$).



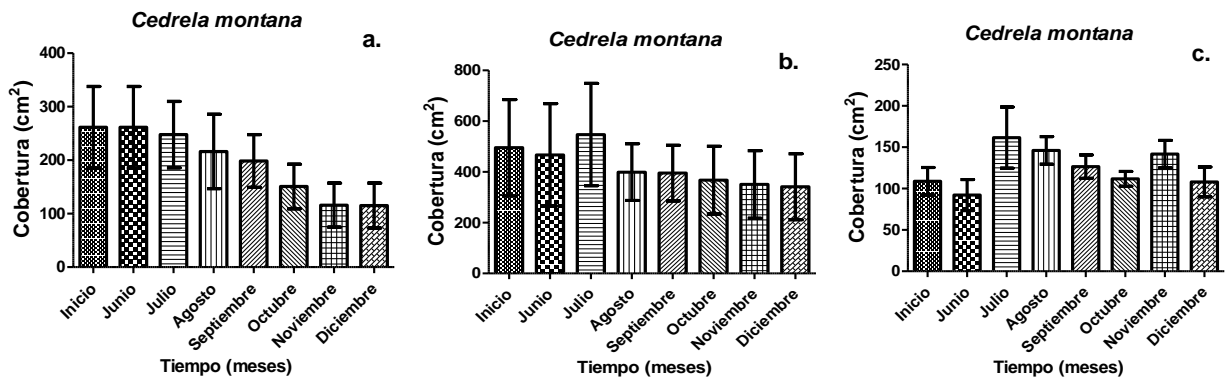
Anexo 27. Comportamiento de la altura del fuste de *Cordia resinosa* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cordia resinosa* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cordia resinosa* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y b) y test no paramétrico de Kruskal-Wallis (c).



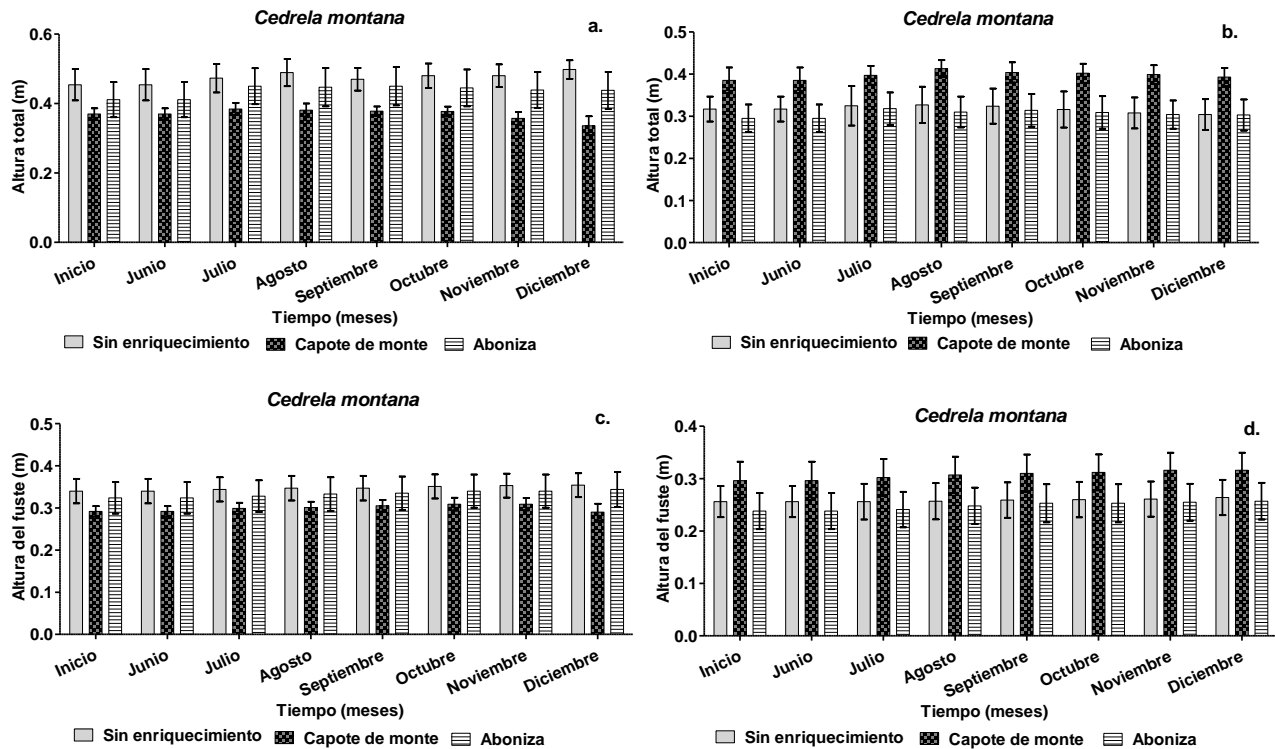
Anexo 28. Comportamiento de la cobertura de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Cobertura de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a y b). (* $p < 0,05$).



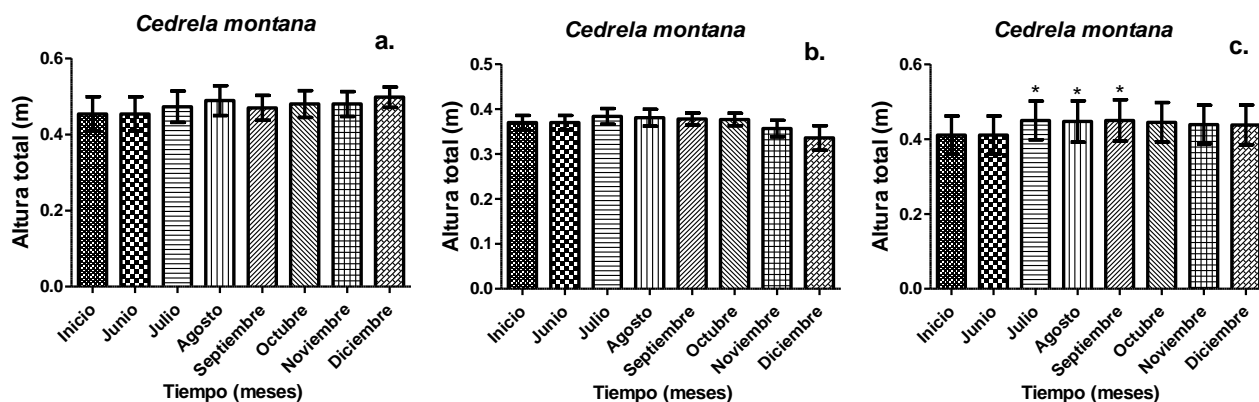
Anexo 29. Comportamiento de la cobertura de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Cobertura de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Cobertura de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Cobertura de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (a y c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (b).



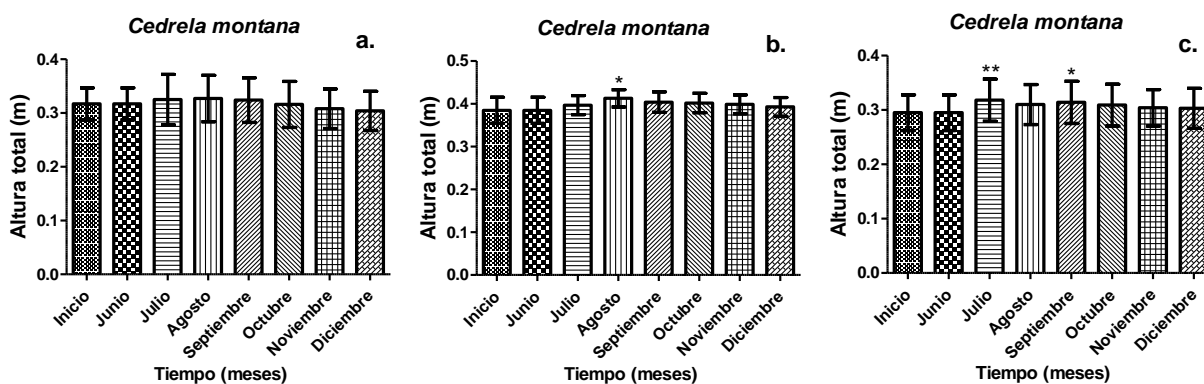
Anexo 30. Comportamiento de *Cedrela montana* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Cedrela montana* (P1). b) Altura total promedio de *Cedrela montana* (P2). c) Altura del fuste promedio de *Cedrela montana* (P1). d) Altura del fuste promedio de *Cedrela montana* (P2). Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (b, c y d) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a).



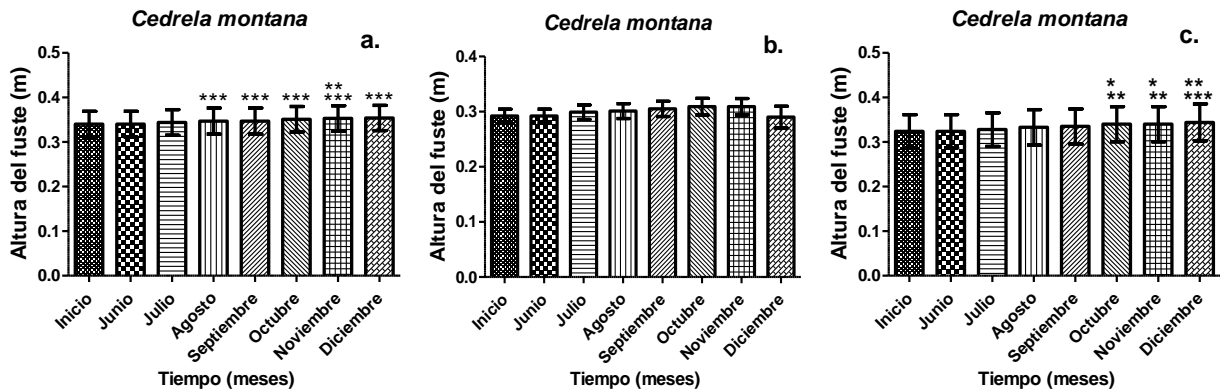
Anexo 31. Comportamiento de la altura total de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura total de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía (c) y test no paramétrico de Kruskal- Wallis (a y b). (* $p < 0,05$).



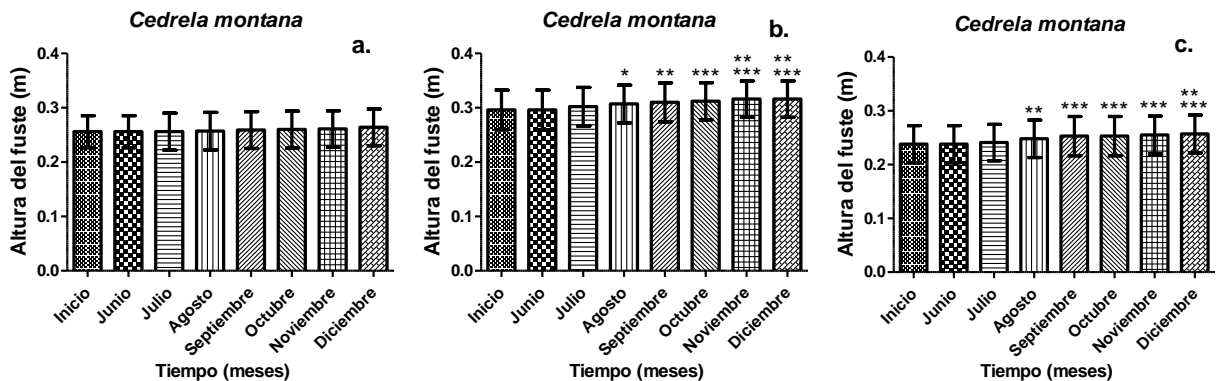
Anexo 32. Comportamiento de la altura total de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura total de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura total de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0,05$), (** $p < 0,01$).



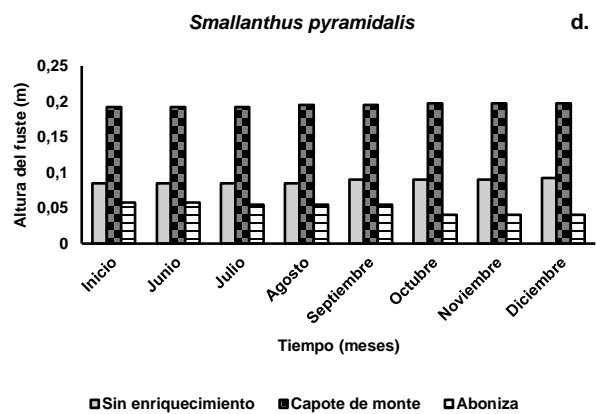
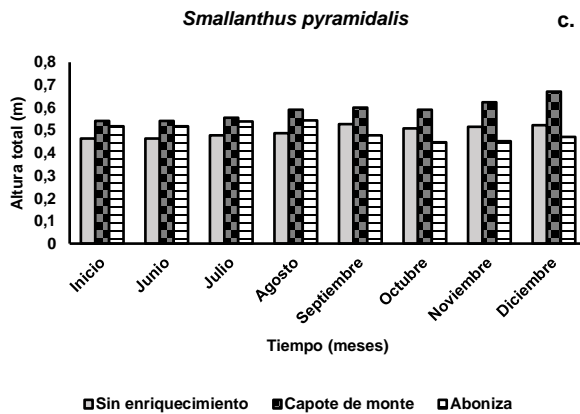
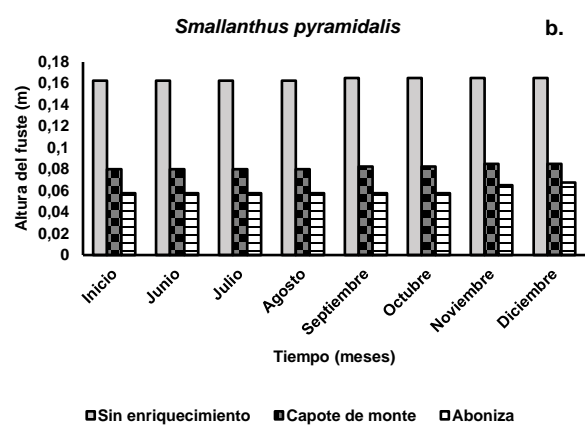
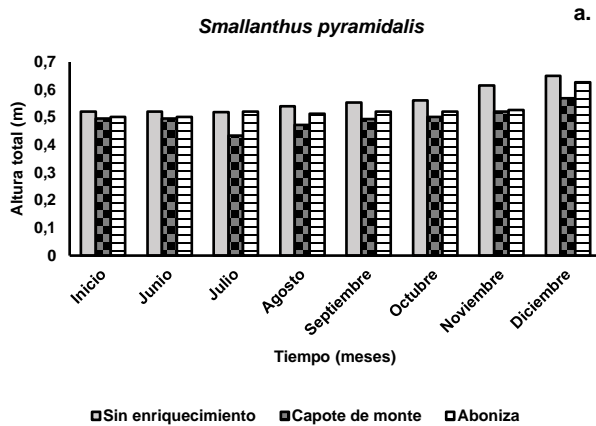
Anexo 33. Comportamiento de la altura del fuste de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 1 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (** $p < 0.01$), (***) $p < 0.001$).



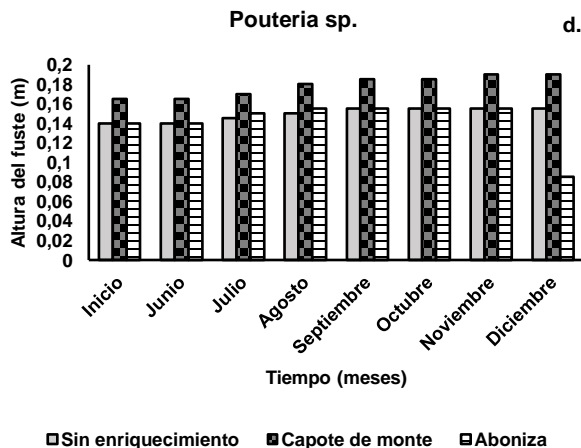
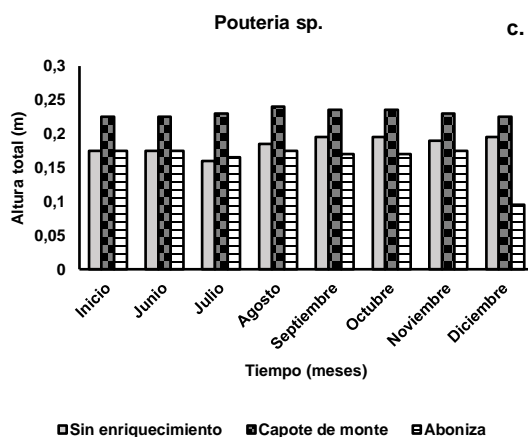
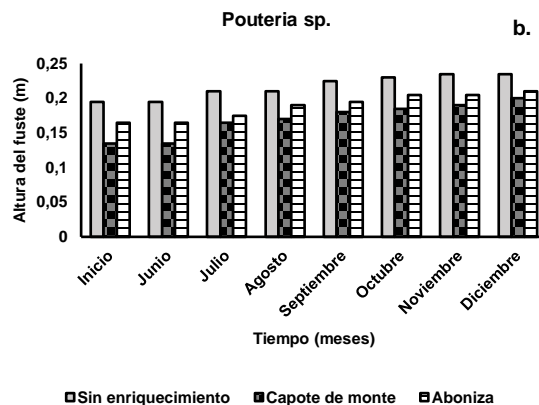
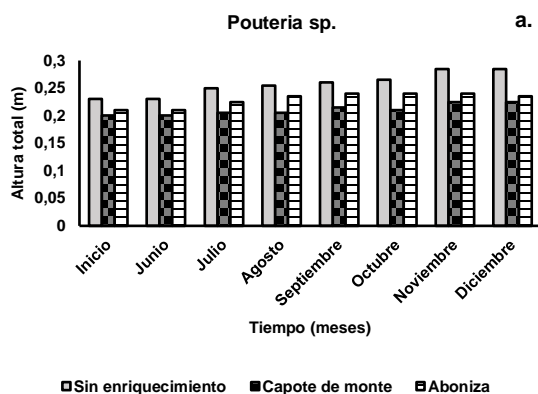
Anexo 34. Comportamiento de la altura del fuste de *Cedrela montana* con los diferentes tratamientos en la parcela 2 durante 7 meses de seguimiento. a) Altura del fuste de *Cedrela montana* sin enriquecimiento del suelo. b) Altura del fuste de *Cedrela montana* con capote de monte. c) Altura del fuste de *Cedrela montana* con aboniza. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de una vía. (* $p < 0.05$), (** $p < 0.01$), (***) $p < 0.001$).



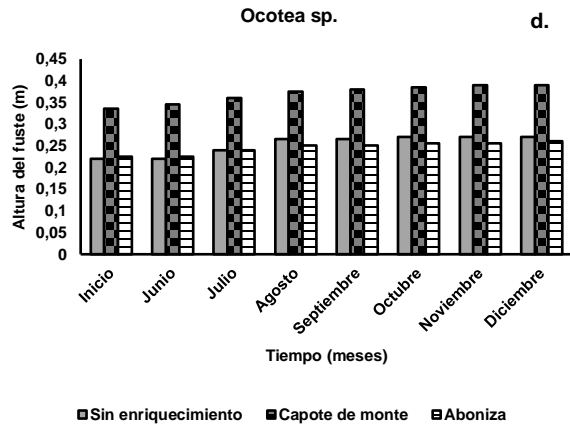
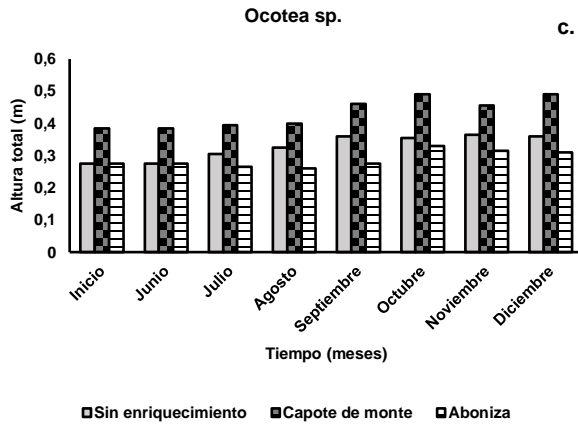
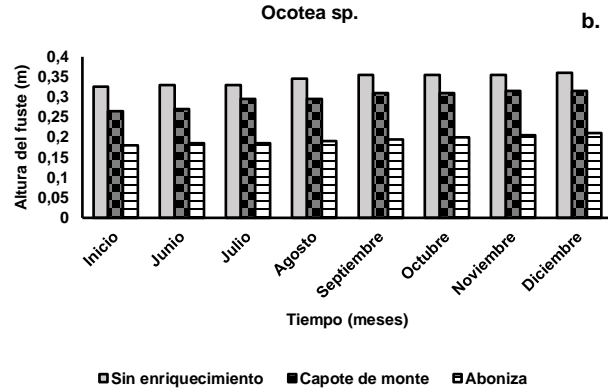
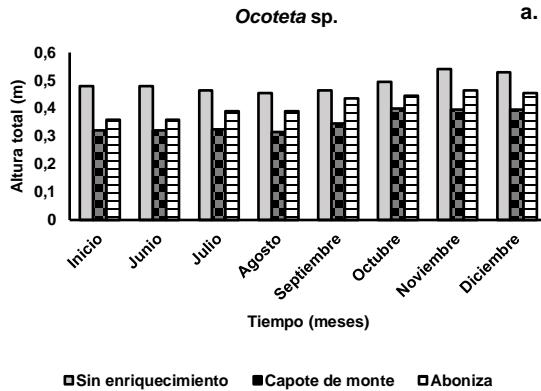
Anexo 35. Representación gráfica del comportamiento de *Smallanthus pyramidalis* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P1). b) Altura del fuste promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P1). c) Altura total promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P2). d) Altura del fuste promedio de *Smallanthus pyramidalis* (P2).



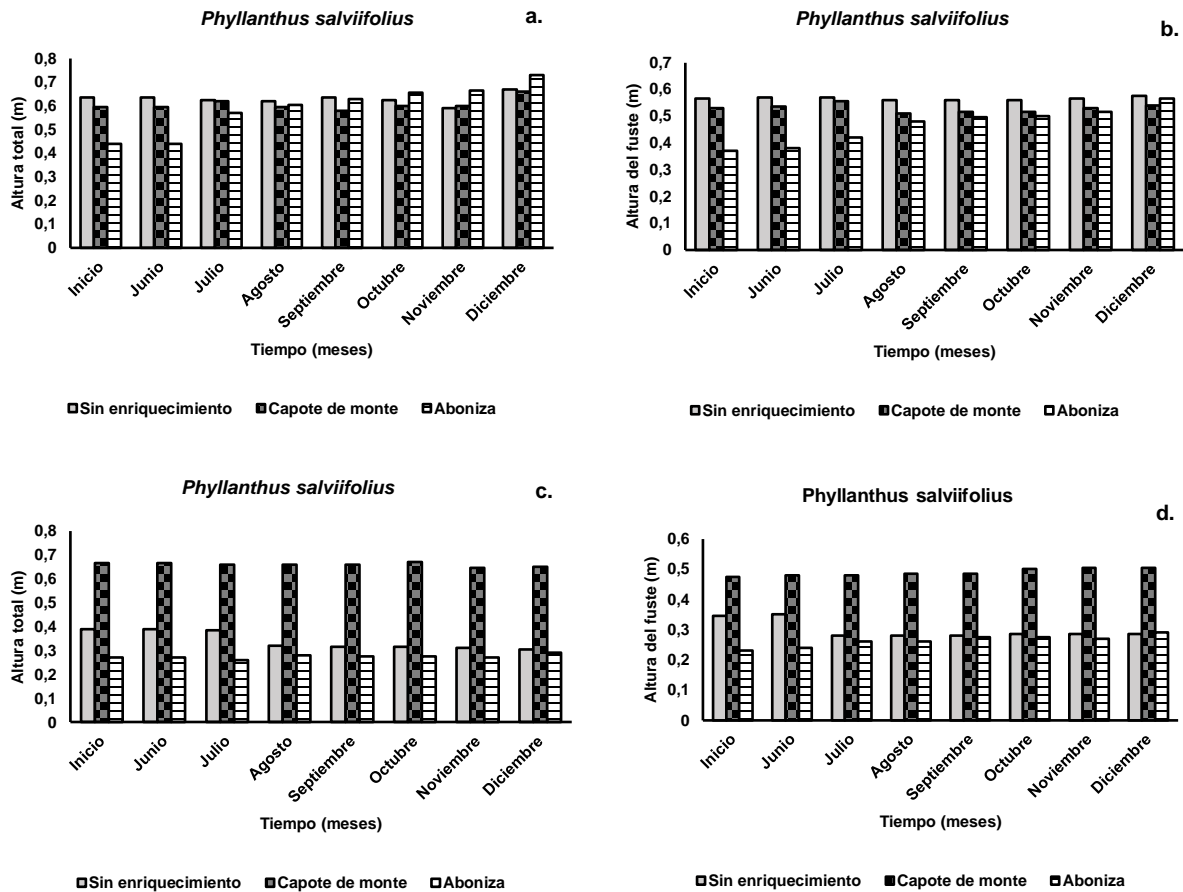
Anexo 36. Representación gráfica del comportamiento de *Pouteria* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Pouteria* sp. (P1). b) Altura del fuste promedio de *Pouteria* sp. (P1). c) Altura total promedio de *Pouteria* sp. (P2). d) Altura del fuste promedio de *Pouteria* sp. (P2).



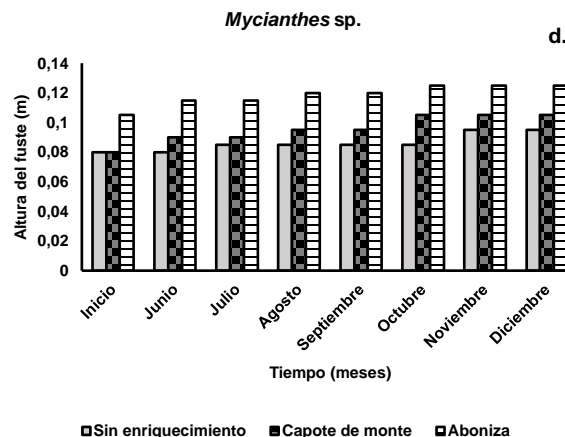
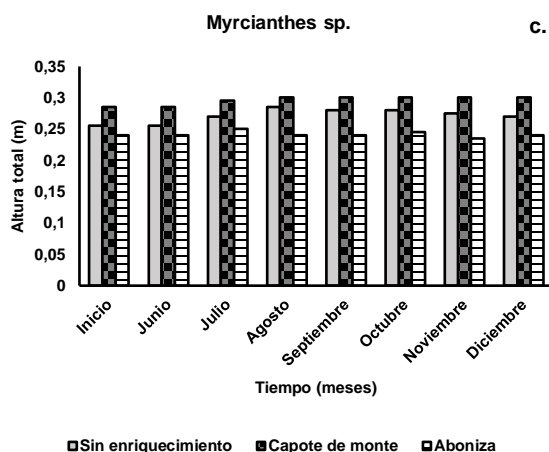
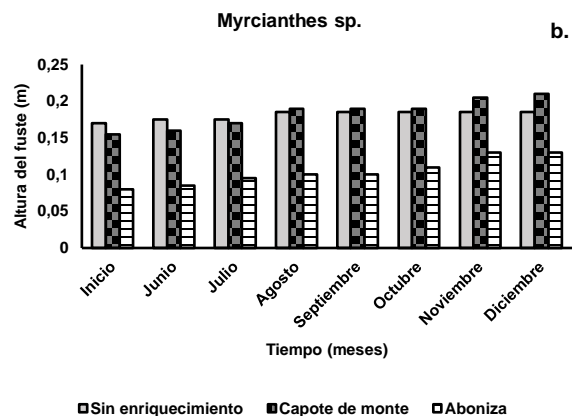
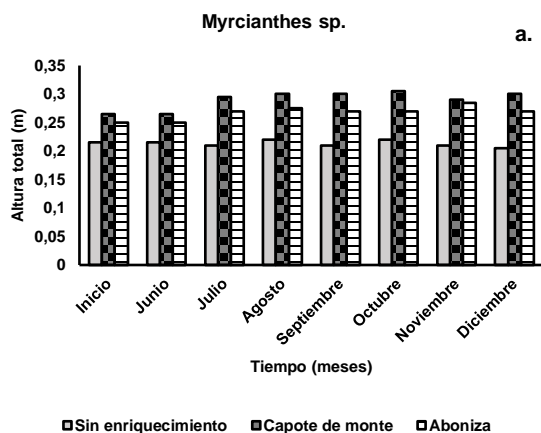
Anexo 37. Representación gráfica del comportamiento de *Ocotea* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Ocotea* sp. (P1). b) Altura del fuste promedio de *Ocotea* sp. (P1). c) Altura total promedio de *Ocotea* sp. (P2). d) Altura del fuste promedio de *Ocotea* sp. (P2).



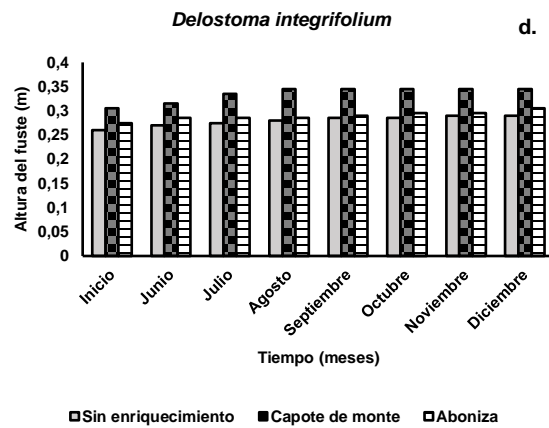
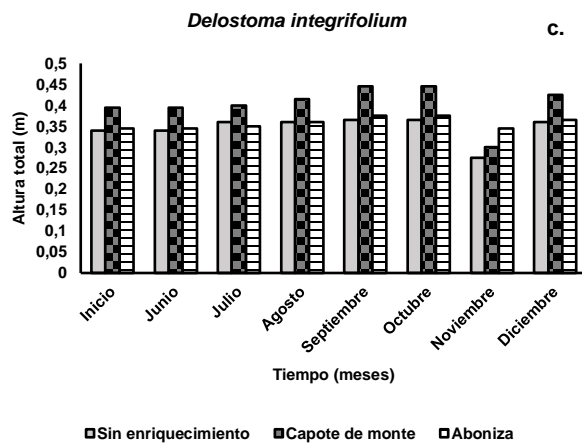
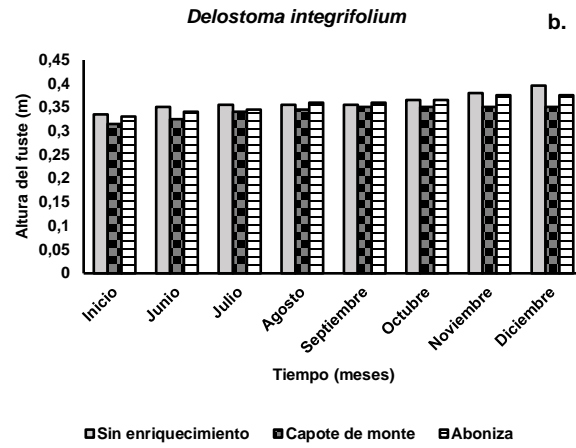
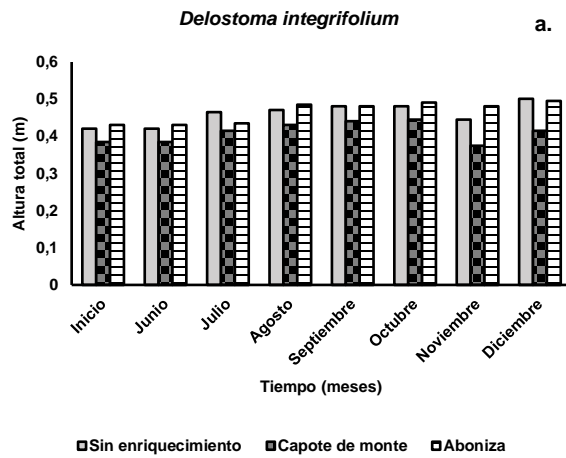
Anexo 38. Representación gráfica del comportamiento de *Phyllanthus salviifolius* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P1). b) Altura del fuste promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P1). c) Altura total promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P2). d) Altura del fuste promedio de *Phyllanthus salviifolius* (P2).



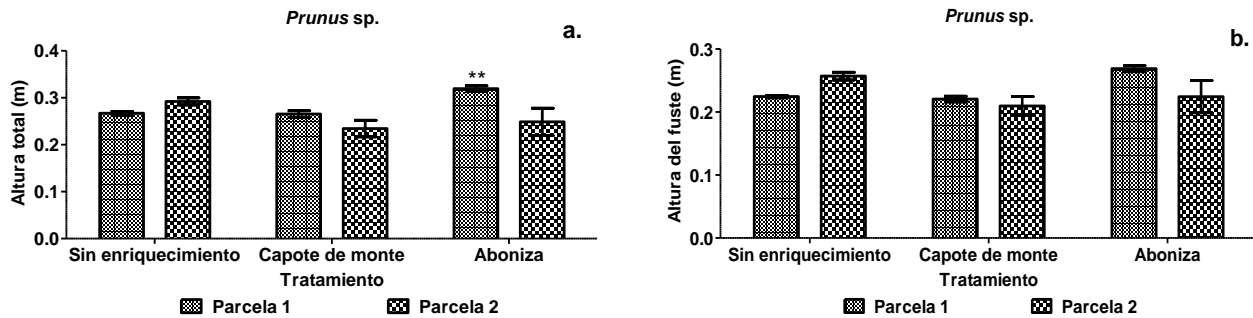
Anexo 39. Representación gráfica del comportamiento de *Myrcianthes* sp. durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Myrcianthes* sp. (P1). b) Altura del fuste promedio *Myrcianthes* sp. (P1). c) Altura total promedio de *Myrcianthes* sp. (P2). d) Altura del fuste promedio de *Myrcianthes* sp. (P2).



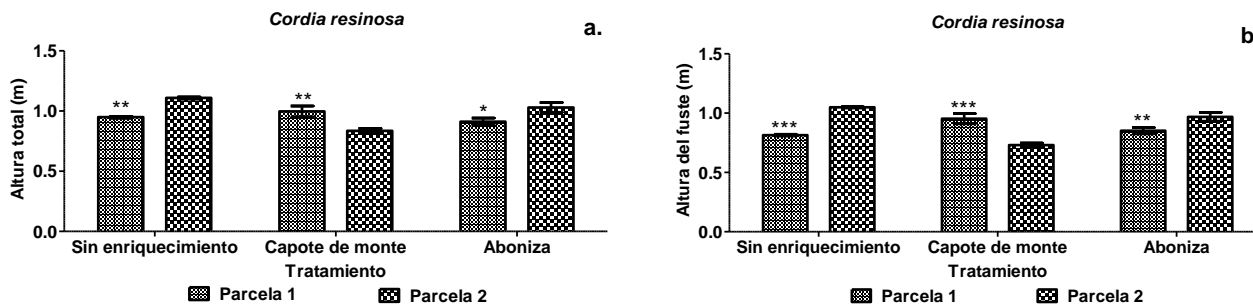
Anexo 40. Representación gráfica del comportamiento de *Delostoma integrifolium* durante 7 meses de seguimiento. a) Altura total promedio de *Delostoma integrifolium* (P1). b) Altura del fuste promedio *Delostoma integrifolium* (P1). c) Altura total promedio de *Delostoma integrifolium* (P2). d) Altura del fuste promedio de *Delostoma integrifolium* (P2).



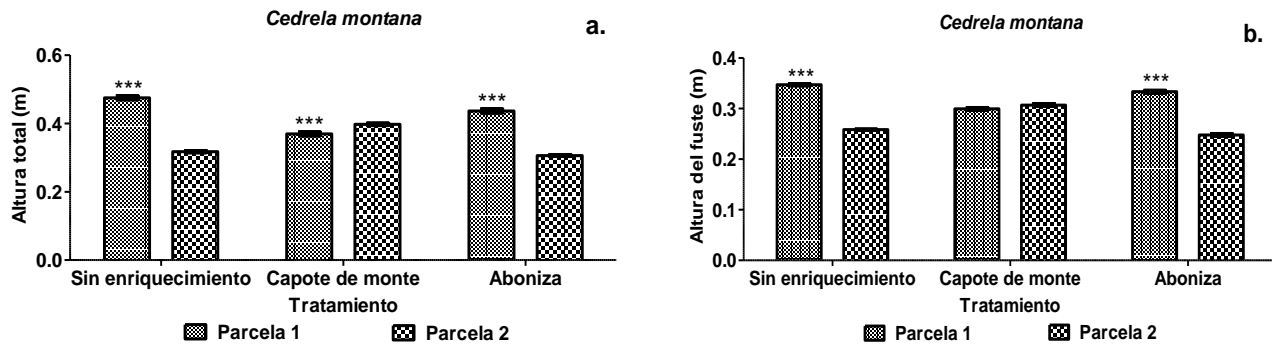
Anexo 41. Comparación del comportamiento de *Prunus* sp. en la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. a) Altura total de *Prunus* sp. b) Altura del fuste de *Prunus* sp. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (** $p < 0,01$).



Anexo 42. Comparación del comportamiento de *Cordia resinosa* en la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. a) Altura total de *Cordia resinosa*. b) Altura del fuste de *Cordia resinosa*. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$, (** $p < 0,01$), (* $p < 0,05$).



Anexo 43. Comparación del comportamiento de *Cedrela montana* en la parcela 1 y 2 con los diferentes tratamientos. a) Altura total de *Cedrela montana*. b) Altura del fuste de *Cedrela montana*. Los datos representan la media \pm SEM para test de ANOVA de dos vías. (***) $p < 0,001$).



Anexo 44. a) Vista panorámica de núcleos de vegetación establecidos en el área de potrero aislada y el bosque de referencia. b) núcleos de vegetación establecidos.



Anexo 45. Especies vegetales establecidas. a) *Pouteria* sp., *Smallanthus pyramidalis* y *Myrcianthes* sp. respectivamente. b) *Delostoma integrifolium*, *Ocotea* sp. y *Prunus* sp. respectivamente. c) *Cedrela montana*, *Cordia resinosa* y *Phyllanthus salviifolius* respectivamente.



Anexo 46. a) Algunos representantes de la familia Poaceae, *Hypochaeris radicata* y *Leucanthemum vulgare*. b) Exceso de agua en bloques.



Anexo 47. a) Entomofauna polinizadora pertenecientes a las familias: *Syrphidae*, *Apidae* y *Muscidae* respectivamente. b) Entomofauna patógena pertenecientes a las familias: *Chrysomelidae*, *Reduviidae* y *Membracidae* respectivamente.





b)