

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE BIENES Y
SERVICIOS AMBIENTALES DE CINCO CERCAS VIVAS
MULTIESTRATOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS - SEDE CHIRIQUÍ**

**EMILY QUIROZ J.
4-780-411**

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2018

**ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE BIENES Y
SERVICIOS AMBIENTALES DE CINCO CERCAS VIVAS
MULTIESTRATOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS - SEDE CHIRIQUÍ**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE INGENIERÍA EN MANEJO DE CUENCAS Y
AMBIENTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU APROBACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL
O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO POR:

PROF. JOSÉ PINEDA MSc.

DIRECTOR

PROFA. FELÍCITA GONZÁLEZ MSc.

ASESORA

PROF. AMILCAR BEITIA MSc.

ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPUBLICA DE PANAMÁ
2018**

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en los momentos donde pensé nunca alcanzar esta meta y por brindarme tanto aprendizaje, experiencias y sabiduría. Por enseñarme que con fe y esperanza puedo lograr lo que me proponga.

Le doy gracias a mis padres Charles y Vanesa por apoyarme en todo momento, por los valores de perseverancia que me han inculcado. Por creer, confiar en mí y en mis expectativas. A mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada día de este camino.

A mis abuelos por ser parte importante de mi vida, por representar la unidad familiar y sobre todo un excelente ejemplo de vida a seguir. Por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi hermana Cristina, por ser una parte importante en mi desarrollo como persona, por estar conmigo a pesar de la distancia y siempre contar con su amor.

Le agradezco, la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mi profesor asesor José Pineda. Por darme la oportunidad de desarrollar mi tesis, de crecer profesionalmente y obtener nuevos conocimientos.

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE CINCO CERCAS VIVAS MULTIESTRATOS EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS - SEDE CHIRIQUÍ

Quiroz Jaramillo, E. 2018. Estimación del potencial productivo de bienes y servicios ambientales de cinco cercas vivas multiestratos en la Facultad de Ciencias Agropecuarias - sede Chiriquí. Tesis Ing. En manejo de cuencas y ambiente. Chiriquí, Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 64p.

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Corregimiento de Chiriquí, Distrito de David, Provincia de Chiriquí. El objetivo fue determinar el potencial productivo de cinco cercas vivas multiestratos, valorando los bienes y servicios ambientales que estas pueden ofrecer. Se registraron un total de 566 individuos, pertenecientes a 30 especies arbóreas. Se utilizó el método de valoración a precio de mercado, para determinar el potencial de las especies maderables y la producción de estacas; como bienes proporcionados por las cercas vivas. Se identificaron 96 individuos pertenecientes a cinco especies consideradas con potencial para madera de aserrío; los cuales al momento de su cubicación generaron un total de 3559.74 pies tablares. Este volumen de madera a precio de mercado actual generaría un valor de B/. 2,451.20; siendo la especie *Samanea saman* (Guachapalí) reflejando el mayor potencial para madera, aportando 1775.28 pies tablares. Se identificaron cinco especies con potencial para la producción de estacas, generando ingresos económicos con un valor de B/.596.65. Sobresaliendo las especies *Erythrina fusca* (Palo santo) y *Gliricidia sepium* (Balo) como las más abundantes con un total de 204 individuos. Para la valoración de servicios ambientales, se estimó la biomasa aérea de todos los individuos registrados con diámetros mayor o igual a 10 centímetros, en las cinco cercas vivas. Mediante fórmulas alométricas. Luego se determinó el contenido de carbono expresado en toneladas de carbono y su valoración a precio de mercado fue de B/. 1,709.70. La estimación de la valoración económica total de las cercas vivas, respecto a los bienes y servicios ambientales evaluados fue de B/. 4,757.55.

PALABRAS CLAVES: Cercas vivas multiestratos, valoración económica, bienes y servicios ambientales, potencial productivo.

**ESTIMATION OF THE PRODUCTIVE POTENTIAL OF ENVIRONMENTAL
GOODS AND SERVICES OF FIVES HEDGEROWS IN THE FACULTY OF
AGRICULTURAL SCIENCES, IN THE COMMUNITY OF CHIRIQUI,
DISTRICT OF DAVID, PROVINCE OF CHIRIQUI.**

Quiroz Jaramillo, E. 2018. Estimation of the productive potential of environmental goods and services of fives hedgerows in the faculty of agricultural sciences, in the community of Chiriqui, district of David, province of Chiriqui. Thesis Ing. In Watershed Management and Environment. Chiriqui, Panama. Faculty of agricultural sciences. 64p.

ABSTRACT

This investigation work was developed at The Faculty of agricultural sciences, in the community of Chiriquí, district of David, province of Chiriquí. The goal of this investigation was to determine the productive potential of five hedgerows considering the benefits and environmental services that these can offer. There were a total of 566 individuals belonging to a 30 tree species. The method used was evaluation method at market price to determine the potential of these timber species for the production of wooden stakes as part of goods provide by the hedgerows used for these investigation. There were identified 96 individuals belonging to a five species of trees considered with potential to be sawdust which at the moment of their location produced a total of 3559.74 board feet. These volume of timber at an actual market price will generate an economic income of \$2,451.20. The species with most potential as a sawdust was *Samanea Saman* (Guachapalí) contributing with a total of 1775.28 board feet. There were identified five species with the potential to produce wooden stakes generating an income of \$596.65 standing out the species *Erythrina fusca* (Palo Santo) and *Gliricidia sepium* (Balo) as the most abundant with a total of 204 individuals Also for the environmental services valuation it was estimated with an aerial biomass of all the registered individuals of the fives hedgerows through allometric formulas. Later it was determined carbon content expressed in tones of CO₂. It was registered an economic income of \$1709.70. The estimation of the economic value of the total of the hedgerows including the goods and environmental services evaluated was \$4,757.55.

KEYWORDDS: Hedgerows, economic evaluation, environmental goods and services and productive potencial.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	
.....	vi
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis de trabajo	5
1.6. Alcances y limitaciones.....	6
1.6.1. Alcances	6
1.6.2. Limitaciones.....	6
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Cercas vivas.....	7

2.2. Tipos de cercas vivas.....	7
2.2.1. Cercas simples	8
2.2.2. Cercas multiestratos	8
2.3. Beneficios de las cercas vivas.....	8
2.4. ¿Cuál es el mejor tipo de cerca viva?.....	9
2.5. Especies mayormente utilizadas en cercas vivas.....	10
2.6. Captura de carbono	11
2.7. Ciclo del carbono	12
2.8. Función de los bosques en las existencias mundiales de carbono.....	13
2.9. Importancia de la captura de carbono.....	14
3. MARCO METODOLÓGICO	15
3.1. Descripción del área de estudio	15
3.1.1. Localización geográfica	15
3.1.2. Clima	15
3.2. Metodología	16
3.2.1. Selección de las cercas vivas	16
3.2.2. Diseño del experimento	16
3.2.3. Variables dasométricas consideradas.....	17
3.2.3.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP)	18
3.2.3.2. Altura total (ht) y altura comercial (hc)	18
3.2.3.3. Diámetro de copa	18
3.2.3.4. Área basal.....	19
3.2.4. Valoración económica de bienes y servicios ambientales	19
3.2.4.1. Valoración económica de bienes ambientales (madera y estacas)	19
3.2.4.2. Valoración económica de servicios ambientales (secuestro de carbono)	21
3.3. Análisis de datos.....	23
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. Localización del área de estudio.....	24

4.2. Caracterización de las cercas vivas.....	25
4.2.1 Composición florística.....	26
4.2.2. Estructura horizontal.....	29
4.3. Valoración económica de bienes y servicios ambientales.....	31
4.3.1. Valoración de bienes ambientales (madera).....	31
4.3.2. Valoración de bienes ambientales (estacas).....	32
4.3.3. Valoración de servicios ambientales (secuestro de carbono).....	33
4.3.4. Análisis estadísticos.....	35
5. CONCLUSIONES	38
6. RECOMENDACIONES	39
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
9. ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
I.	COORDENADAS UTM DE LAS CERCAS VIVAS FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	24
II.	DATOS BÁSICOS DE CADA CERCA VIVA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	25
III.	NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE, POR CERCA Y CATEGORÍAS DE USO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	26
IV.	DISTRIBUCIÓN POR CLASE DIAMÉTRICA Y CERCA VIVA, NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ÁREA BASAL POR HECTÁREA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	30
V.	VALORACIÓN ECONÓMICA A PRECIO DE MERCADO PARA LAS ESPECIES MADERABLES (MADERA PARA ASERRÍO) POR CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	31
VI.	VALORACIÓN ECONÓMICA A PRECIO DE MERCADO DE LAS ESPECIES PARA PRODUCCIÓN DE ESTACAS POR CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	32
VII.	VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES (SECUESTRO DE CARBONO) POR CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	33
VIII.	ESPECIES CON MAYOR TONELADAS DE CARBONO ALMACENADO EN LAS CERCAS VIVAS E INGRESOS TOTAL. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	34
IX.	VALORACIÓN TOTAL DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS CINCO CERCAS VIVAS MULTIESTRATOS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	35

X	ANÁLISIS DE VARIANZA NO PARAMÉTRICO, PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA LA VARIABLE CARBONO (TC árbol ⁻¹). FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....
---	--

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Representación de las cercas vivas multiestratos experimentales de la investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.....	17
2.	Ubicación de las cercas vivas uno, dos y tres. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIAHCI, 2018.....	24
3.	Ubicación de las cercas vivas cuatro y cinco. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.....	25
4.	Número total de individuos y especies por Cerca Viva. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIAHCI, 2018.....	27
5.	Total de individuos por categoría de uso. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.....	28
6.	Análisis de conglomerado. Facultad de ciencias agropecuarias. CEIACHI, 2018.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	FORMULARIO PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIAHCI, 2018.....	46
2.	EQUIPO UTILIZADO PARA LA MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS CONSIDERADAS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	46
3.	SEÑALIZACIÓN EN CAMPO PARA DIFERENCIAR CADA CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	47
4.	VISTA DE RECORRIDO EN CAMPO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	47
5.	VISTA DE CERCA VIVA NÚMERO UNO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	48
6.	VIATA DE CERCA VIVA NÚMERO DOS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	48
7.	VISTA DECERCA VIVA NÚMERO TRES. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	49
8.	VISTA DECERCA VIVA NÚMERO CUATRO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	49
9.	VISTA DECERCA VIVA NÚMERO CINCO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	50
10.	TOMA DE DATOS EN CAMPO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	50
11.	UTILIZACIÓN DE LA CINTA DIAMÉTRICA EN LA TOMA DE DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIAHCI, 2018.....	51
12.	MATERIAL VEGETATIVO DE ESTACAS VIVAS PARA SU UTILIZACIÓN. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.....	51

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En Panamá, se ha perdido más del 65 por ciento de la superficie de bosque natural. La Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) citado por Portillo (2017), menciona que, en las últimas dos décadas, Panamá ha perdido unas 540 mil hectáreas de bosques y se estima que hay dos millones de hectáreas de tierra degradadas.

El autor anterior asegura, que la deforestación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan al país; como consecuencia del crecimiento poblacional, y por consiguiente, el aumento en la demanda de productos forestales.

Además, el ser humano en sus actividades económicas (industriales, agrícolas, ganaderas, etc); necesita ocupar un territorio, por lo que se han ido talando millones de hectáreas para cambiar los usos del suelo y extraer madera para numerosas aplicaciones. Deforestar un bosque para realizar en él actividad agrícola es algo que se ha venido haciendo durante casi toda la historia, desde que se descubrió la agricultura y la ganadería. Lo que más nos afecta es que aumenta el efecto invernadero, dado que no existen tantos árboles que puedan absorber el CO₂ emitido y reducir así la cantidad de gases que hay en la atmósfera. Esto contribuye al cambio climático y al aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos. (Alderete, 2014)

La deforestación también incide directamente en forma negativa sobre la biodiversidad de fauna existente en los lugares con grandes masas boscosas; ya que se provoca fragmentación del ecosistema.

1.2. Antecedentes

Humboldt y Bonpland citado por Ospina (2004), mencionan que en los Andes de Suramérica, en territorios del aplastado Imperio Inca, encontraron cultivos de papa y quinua rodeados de cercas vivas. Se puede evidenciar que el concepto de cerca viva, además hacía parte de la práctica, del imaginario e idioma pre-hispánico americano. La cerca viva se encontraba en América Latina desde tiempos pre-hispánicos, desde México hasta Perú. Los agricultores indígenas de América Central y México, por ejemplo, ya plantaban *Gliricidia sepium* para cercos de cacao, así como plantas espinosas para la protección alrededor de sus propiedades.

En tierras tropicales de América con la introducción del ganado vacuno y bestias de carga, a partir del segundo viaje de Colón; la utilización de las cercas vivas se hizo necesaria, quizás no con ese nombre, pero sí los mismos objetivos que se persiguen en la actualidad (facilitar la rotación entre potreros, proporcionar forraje que sirviera de alimento al ganado, sombra para los animales en ganaderías extensivas y para la obtención de leña y madera.

Según Ibrahim y Tobar (2010), con el invento del alambre de púas, hace cien años, la cerca muerta se manifestó en el mundo. Es posible que también lo hiciera la cerca viva, bien sea por siembra intencional o por repoblación natural debido a la presencia de fuentes semilleras y dispersores naturales (viento, aves, roedores, etc.).

Posiblemente es una tecnología agroforestal originada de manera simultánea en varias regiones del mundo. Nair citado por Ospina (2004) reporta que en la actualidad se encuentra distribuida en regiones tropicales húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas del mundo.

Es la tecnología agroforestal de más amplia distribución geográfica. Hace parte de los sistemas productivos campesinos e indígenas, así como en tierras dedicadas a la agricultura y ganadería comercial. Esta amplia distribución muestra que para diversas culturas han significado una opción de producción. (Mendieta, 2007)

1.3. Justificación

Las cercas vivas, son hábitats que han demostrado tener un papel importante en la conservación de los suelos, clima, agua y diversidad biológica. Diversos estudios han mencionado que las cercas vivas pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad, debido a que pueden servir como corredores biológicos para la fauna y flora silvestre, incrementan la conectividad estructural de los paisajes, fomentan la cobertura arbórea en áreas de pasturas y también proveen servicios ambientales como almacenamiento de carbono y conservación de la biodiversidad. (Martínez; Martínez; Pérez, 2007)

Nos indica el mismo autor que la presencia de árboles forrajeros en las cercas vivas de las fincas ganaderas puede significar un aporte adicional en la producción de biomasa comestible de alta calidad nutricional para la alimentación animal, con lo que se potencia la cantidad de forraje disponible.

En varios países del mundo esta práctica desempeña un importante papel en la producción de productos forestales; tal es el caso de Inglaterra, donde la

tercera parte del volumen bruto total de madera proviene de cercas vivas. Las cercas vivas también tienen un impacto económico dentro de las fincas, al generar forraje para el ganado, madera, postes, brotones, leña y frutas. Este sistema representa un ahorro en el establecimiento que va desde un ocho por ciento hasta un 13 por ciento en comparación con el establecimiento de una cerca muerta. A largo plazo permiten un ahorro al productor por su larga vida útil. Otro impacto de las cercas vivas es la generación de servicios ambientales como secuestro de carbono, belleza escénica y conservación de la biodiversidad dentro de las regiones ganaderas, actuando como refugio y corredores entre parches de bosques y potreros. (DeClerck; Sánchez; Tobar; Torres; Villanueva, 2008)

Como se ha mencionado, las cercas vivas cumplen muchas funciones dentro de las fincas ganaderas, generando productos y servicios a los finqueros; es decir, existen más elementos positivos que negativos en su implementación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Estimar el potencial productivo que representa para la Facultad de Ciencias Agropecuarias, la utilización de cercas vivas en sus unidades de producción.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterización de cinco cercas vivas multiestratos utilizadas en la investigación.
- Identificar sus diferentes usos.
- Estimar su valor económico, en función a la producción de madera, estacas y captura de carbono.

1.5. Hipótesis de trabajo

Ht: Las cercas vivas multiestratos en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, aportan bienes y servicios ambientales en las unidades de producción.

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances

Mediante esta investigación se evaluaron cinco cercas vivas multiestratos ubicadas en las parcelas número 14, 16, 17 y 18 en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. La evaluación se enmarca en la valoración del potencial productivo considerando el aporte como madera y su potencial en el secuestro de carbono; aunque sabemos que existen otros bienes y servicios que estas aportan al medio ambiente. Finalmente se generó un documento base que muestra los resultados de valoración en estos parámetros; con el fin de proporcionar un documento a la Facultad de Ciencias Agropecuarias que sirva como guía de información sobre los productos y servicios que se pueden aprovechar en las cercas vivas, como una entrada económica y ambiental.

1.6.2. Limitaciones

Una limitante encontrada fue la escasez de información en este tópico, específico en nuestro país. Son pocos los trabajos realizados en materia de valoración económica de recursos naturales y menos en cercas vivas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cercas vivas

El concepto de cerca viva, consiste en sembrar líneas de árboles y/o de arbustos como soportes para el alambre de púas o liso, siguiendo los límites de una propiedad o marcando las divisiones entre parcelas según los diferentes usos del suelo (cultivos anuales o perennes, potreros, bosques, etc.). Las cercas vivas pueden estar formadas solamente de especies leñosas o de una combinación de especies leñosas con postes muertos. (Casasola; Ibrahim; Villanueva, 2008)

Según Martínez; Reyes, (2011), se consideran un arreglo silvopastoril no intensivo que representa economía a largo plazo, ya que su establecimiento y mantenimiento reduce costos para el productor, mientras que una cerca muerta se deteriora con el tiempo, las cercas vivas tienen una larga vida útil además de productiva. Esta tecnología agroforestal es considerada por muchos científicos como complementaria a otros sistemas integrados de producción por ejemplo, se pueden complementar con cultivos anuales o perennes o con sistemas pecuarios.

2.2. Tipos de cercas vivas

Los autores anteriores consideran la composición de especies y estructura, como altura y diámetro de las copas, para la clasificación de las cercas vivas las cuales pueden ser simples o multiestratos.

2.2.1. Cercas simples

Son aquellas que tienen una o dos especies arbóreas dominantes y manejadas bajo poda a una altura similar. Generalmente se podan una vez por año en zonas de trópico húmedo y cada dos años en zonas de trópico subhúmedas o seco. (Casasola; Ibrahim; Villanueva, 2008)

2.2.2. Cercas multiestratos

Son las que tienen más de dos especies leñosas de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales, etc.), que se pueden combinar para producción y/o conservación de la fauna y flora silvestre, llegando incluso a convertirse en corredor biológico que aumenta la conectividad en paisajes agropecuarios cuando no se podan frecuentemente. (Casasola; Ibrahim; Villanueva, 2008)

Las cercas vivas multiestratos soportan una mayor capacidad de forrajeo y de actividades de reproducción para la fauna en comparación con las cercas vivas simples o recién establecidas, esto no sugiere que las cercas vivas puedan reemplazar hábitat primarios, pero muestra que las cercas vivas multiestratos y las de mayor altura pueden ser de gran importancia en la provisión de recursos, además que pueden ser vital punto de apoyo en las migraciones. (De la Ossa, 2013)

2.3. Beneficios de las cercas vivas

En la actualidad las cercas vivas ofrecen varios beneficios y generan múltiples servicios ambientales. Mendieta (2007), detalla algunos de los beneficios que ofrecen para la finca:

- Tienen mayor vida útil

- Dividen los potreros
- Marcan los linderos de la finca
- Brindan sombra al ganado
- Producen madera, postes y leña
- Producen frutos para el consumo humano
- Son fuentes de forraje y frutos para alimentar el ganado
- Incrementan el valor de la finca

Y de los beneficios ambientales se obtiene:

- Sirven como cortafuegos
- Reducen presión sobre los bosques ya que las cercas aportan leña y madera
- Mantienen y mejoran los suelos
- Fijan carbono (importante para reducir calentamiento global)
- Conservan la biodiversidad
- Incrementan la conectividad estructural en el paisaje para establecer corredores biológicos y facilitar el movimiento de la fauna silvestre
- Mejoran la belleza escénica del paisaje

2.4. ¿Cuál es el mejor tipo de cerca viva?

Se recomienda principalmente el establecimiento de las cercas vivas multiestratos, puesto que presentan diversidad de especies y usos de los árboles, lo que garantiza una variedad de productos para el autoconsumo y hasta para la venta. También, se consideran más beneficiosas para los

animales silvestres porque constituyen un puente o corredor para su desplazamiento de un lugar a otro de la finca. También, ofrecen lugares seguros para sus nidos y proporcionan alimentos durante todo el año. (Guzmán, 2014)

Sin embargo; en una finca, se puede combinar las cercas vivas simples con las multiestratos, para reducir la competencia con el pasto y generar ingresos adicionales. Además, para establecer cercas vivas multiestratos, es importante considerar la orientación con respecto al sol y el diseño dentro de la finca. La orientación que se recomienda es de Este a Oeste para reducir el efecto de sombra de la copa de los árboles sobre el pasto. Con el diseño de ambas cercas vivas, se busca construir un corredor estratégico que facilite el desplazamiento de los animales silvestres dentro de la finca, entre otros propósitos. (Guzmán, 2014)

2.5. Especies mayormente utilizadas en cercas vivas

Existe una amplia variedad de especies arbóreas que crecen en una cerca viva, pero se recomienda el uso de especies nativas o adaptadas a la zona teniendo en cuenta el clima, tipo de suelo y pendiente del terreno. Así mismo, seleccionar las especies de acuerdo a los productos de interés para la finca y del mercado, preferiblemente de uso múltiple (madera, leña, forraje y frutos). (CATIE, 2002)

Para aprovechar al máximo los beneficios que pueden ofrecer las cercas vivas, en el caso de reemplazar los postes de los potreros por cercos vivos, es mejor seleccionar árboles que crecen rápido y producen muchos rebrotes. Además, deben ser árboles que no se perjudiquen con las grapas utilizadas para pegar

el alambre de púas. Especies muy utilizadas para este propósito son el Madero Negro, el Poró de cerca y el Guachapalí que proporcionan forraje muy nutritivo. Para marcar los linderos de la finca con los vecinos es preferible utilizar árboles maderables, que nos proporcionen un ingreso de dinero extra por la venta de madera; pero también se pueden utilizar árboles que produzcan frutas comestibles, que sirvan para leña, postes vivos y estacas. (CATIE, 2002)

2.6. Captura de carbono

Mediante la fotosíntesis del carbono atmosférico, que se traduce en el almacenamiento a largo plazo del carbono en el suelo y en la vegetación, viva o muerta. El carbono almacenado puede compensar el dióxido de carbono emitido. La agricultura puede, entonces, proporcionar un valioso servicio a la sociedad mediante el almacenamiento de carbono que compense el dióxido de carbono emitido por otros sectores.

La captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) es un proceso que consiste en separar dicho compuesto de fuentes industriales y energéticas, transportarlo a una localización en la que será almacenado, y aislarlo a largo plazo. El conocimiento de las implicaciones que puede tener el cambio climático generado por las actividades humanas ha crecido durante los últimos años. Este conocimiento ha supuesto un empuje a la investigación en la búsqueda de opciones para mitigar sus probables impactos. (Paco, 2005)

Nos continúa diciendo el mismo autor que una de las principales acciones que se enumeran en la lista para reducir o estabilizar el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, es la captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Otras opciones incluyen las mejoras

del rendimiento energético, el cambio a combustibles menos intensivos en carbono, el uso de fuentes de energía renovable, incrementar los sumideros biológicos, la reducción de las emisiones del resto de gases de efecto invernadero, etc.

2.7. Ciclo del carbono

El ciclo del carbono se estudia con más facilidad como dos ciclos más pequeños interconectados.

- Uno que comprende el intercambio rápido de carbono entre los organismos vivos
- Y otro que se encarga del ciclo del carbono a través de los procesos geológicos a largo plazo.

Estos ciclos se encuentran enlazados entre sí. Por ejemplo, las reservas de CO₂ atmosférico y oceánico que son utilizadas por los organismos vivos son las mismas que los procesos geológicos reciclan.

Uno de los ciclos biogeoquímicos más complejos, es el ciclo del carbono y es crucial para el equilibrio de la Tierra al ser el carbono el principal componente de la materia de los seres vivos. Asimismo, el dióxido de carbono influye en el clima del planeta, ya que atrapa parte de la radiación del Sol y así el calor se mantiene constante e idóneo para la supervivencia.

En las últimas décadas los niveles de dióxido de carbono han aumentado bastante, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, lo que ha contribuido al fenómeno conocido como calentamiento global, y subsecuentemente, al cambio climático. (Abanto, 2017)

2.8. Función de los bosques en las existencias mundiales de carbono

El carbono se acumula en los ecosistemas forestales mediante la absorción de CO₂ atmosférico y su asimilación en la biomasa. El carbono se almacena tanto en la biomasa viva (la madera en pie, las ramas, el follaje y las raíces) como en la biomasa muerta (la hojarasca, los restos de madera, la materia orgánica del suelo y los productos forestales). Cualquier actividad que afecte al volumen de la biomasa en la vegetación y el suelo tiene capacidad para retener o liberar carbono de la atmósfera o hacia la atmósfera. En conjunto, los bosques contienen más de la mitad del carbono presente en la vegetación terrestre y en el suelo. (Ramírez, 2010)

Los bosques que acumulan mayor cantidad de carbono, son los bosques boreales (el 26 por ciento del total del carbono terrestre), en tanto que los bosques tropicales y templados contienen el 20 por ciento y el siete por ciento, respectivamente Dixon citado por Ramírez (2010). En comparación con la vegetación de otros ecosistemas terrestres, la vegetación forestal tiene una gran densidad de carbono.

Las reservas de carbono, están constituidas en gran parte por el carbono almacenado en el suelo y por los residuos vegetales de los ecosistemas forestales. El carbono del suelo representa, a escala mundial más de la mitad del carbono almacenado en los bosques. Entre el 80 y el 90 por ciento del carbono existente en los ecosistemas boreales está almacenado en forma de materia orgánica del suelo, en tanto que en los bosques tropicales se encuentra distribuido en partes iguales entre la vegetación y el suelo. (Galicia, 2016)

Una de las causas principales de esta diferencia es la influencia de la temperatura en los índices relativos de producción y descomposición de la materia orgánica. En las latitudes altas (es decir, en los climas más fríos), la materia orgánica del suelo se acumula porque se produce con mayor rapidez de la que se puede descomponer. En cambio, en las latitudes bajas, las temperaturas más cálidas provocan la rápida descomposición de la materia orgánica del suelo y el reciclado subsiguiente de los nutrientes. (Ramírez, 2010)

2.9. Importancia de la captura de carbono

La variedad de organismos vivos que habitan en un ecosistema, da sustento a toda la cadena trófica, por lo tanto, la biodiversidad es un asunto cualitativo, mediante la captura de carbono por las plantas, por lo cual su conservación es imprescindible. Es importante que las plantas capturen carbono, al igual que el acumulado como materia orgánica en el suelo, que alcanza cifras de 80 y 90 toneladas al año de captura en los horizontes superficiales.

Las selvas son las zonas donde más se acumula el carbono en un periodo largo de tiempo y ahí se mantiene de forma indefinida. Sin embargo, los pagos por captura de carbono se hacen más en sistemas jóvenes que crecen de prisa, ya sea en plantaciones forestales o en sistemas agroforestales instalados que acumulan gran cantidad de carbono y cuentan con diversidad reducida. (Martínez, 2015)

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Localización geográfica

La investigación se desarrolló en terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el Corregimiento de Chiriquí, Distrito de David, Provincia de Chiriquí. Tiene una extensión de aproximadamente 824 hectáreas. Geográficamente está situado entre los 8° 23' 35,16" y 8° 24' 29" de Latitud Norte y los 82° 19' 17,4" y 82° 19' 52,45" de Longitud Oeste.

3.1.2. Clima

Según datos de Caballero (2015), el área donde se encuentra la Facultad de Ciencias Agropecuarias presenta un clima Tropical Húmedo con período seco de cinco meses (desde diciembre hasta mayo).

Según registros del Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí (CEIACHI), recopilados por Aguilar (1998), los datos climáticos del sitio son los siguientes:

La temperatura promedio anual registrada para el área es de 26,8 grados centígrados. El promedio anual de temperatura máxima se registra en 31,6 grados centígrados; y de temperatura mínima 21,1 grados centígrados. La precipitación pluvial mantiene un promedio anual de 2828,6 milímetros y una distribución anual marcadamente estacional que define una estación seca de cinco meses.

En cuanto a la humedad relativa, esta fluctúa entre el 80 por ciento y 90 por ciento para los meses de mayor precipitación y entre 66 por ciento y 78 por ciento durante los meses de menos lluvias (Caballero L, 2015).

3.2. Metodología

Se tomó como referencia la metodología propuesta por el CATIE (2001), que ayuda a sistematizar la investigación en aspectos silviculturales. Tomando en cuenta que el método más común para recolectar información, es el inventario forestal que ayuda a levantar datos de manera ordenada sobre la composición florística y estructura del bosque, en este caso de las cercas vivas.

3.2.1. Selección de las cercas vivas

El primer paso fue la realización de un recorrido en las parcelas número 14, 16, 17 y 18 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias donde se encontraban las cercas vivas multiestratos con potencial para la investigación. Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí (CEIACHI).

3.2.2. Diseño del experimento

Para la investigación se escogieron cinco cercas vivas multiestratos. Se entiende por cerca viva multiestratos o compleja cuando tienen más de dos especies de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales). Por lo general, algunas de estas especies no se podan y generan una mayor cobertura durante todo el año, lo cual es importante para los animales silvestres que viven o se refugian en estos árboles. (Castillo, 2015)

En cada cerca viva se midieron 300 metros lineales para la toma de datos; distancia que fue separada en sus extremos por 30 metros (efecto de borde). Se utilizó un aerosol amarillo y rojo para identificar el inicio y final de cada cerca para agilizar el trabajo de campo. Dentro de los 300 metros se identificó la composición florística de especies que existe, su uso y se tomaron las variables dasométricas a todos los árboles que tenían un DAP ≥ 10 cm y cada 50 metros se tomó altura total y ancho de copa.

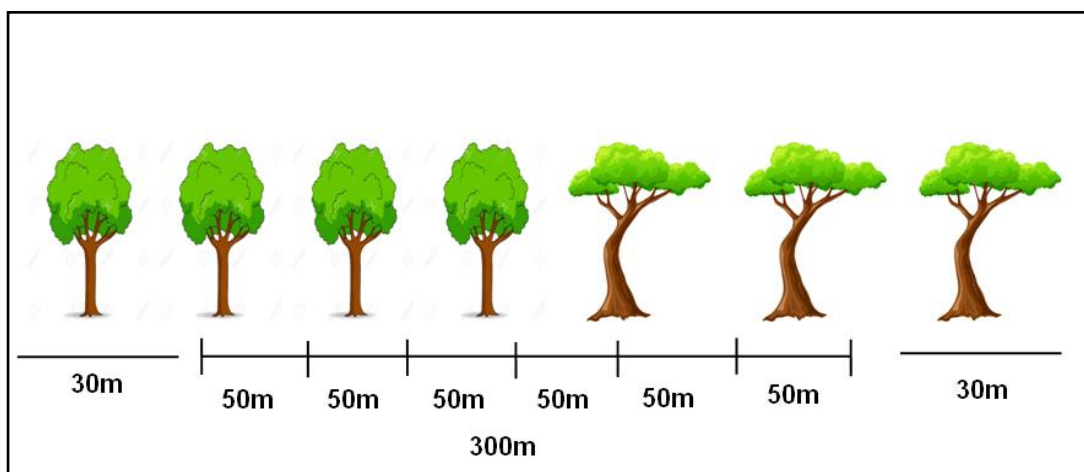


FIGURA 1. Representación de cercas multiestratos experimentales de la investigación. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.

3.2.3. Variables dasométricas consideradas

La dasometría es la rama de la dasonomía que se ocupa de las mediciones forestales, tanto del árbol individual como de la masa forestal, así como del estudio del crecimiento de los árboles. (Díaz, 2016)

Se elaboró un formulario base que permitió tomar los datos en campo de las variables dasométricas que fueron consideradas en la investigación, ver anexo

1.

3.2.3.1 Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Se utilizó una cinta diamétrica que convierte la circunferencia de un árbol en diámetro. Esta cinta permitió obtener el diámetro del árbol. Se midió el diámetro, con corteza, a una altura fija desde el nivel del suelo. Esta altura estándar es la altura del pecho (1.30 metros a partir del nivel del suelo). (Ruíz, 2010)

Antes de llevar a cabo esta actividad ya se habían escogido y marcado las respectivas cercas vivas, considerando solo los individuos que tenían un DAP mayor o igual a 10 centímetros.

3.2.3.2. Altura total (ht) y altura comercial (hc)

La altura total es el límite superior desde el nivel del suelo hasta la copa del árbol. Y la altura comercial corresponde al extremo de la última porción comercialmente útil de todo el árbol.

Para la medición de la altura de un árbol se utilizan varios métodos; sin embargo, en nuestro caso utilizamos un método sencillo que consiste en colocar un jalón o vara de altura conocida, o bien una persona al pie del árbol y posteriormente desde una determinada distancia desplazar mentalmente esa altura a lo largo del tronco. La altura total será igual al número de veces que entra el jalón por su longitud. (Wabo, 2002)

3.2.3.3. Diámetro de copa

El diámetro de copa se midió en dos direcciones, Norte-Sur y Este-Oeste y tomando como referencia la proyección de los extremos de la misma sobre el suelo, midiéndose con cinta métrica la distancia entre ambos extremos. Así se

obtuvo dos medidas, siendo la medida final del diámetro de copa el promedio de las dos medidas tomadas. (Wabo, 2002)

3.2.3.4. Área basal

Se entiende por área basal, el área de cualquier sección transversal del fuste del árbol. La que más se usa es el área calculada a base del DAP. Se supone que esta área se aproxima al área del círculo. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = d^2(m) * \pi/4$$

Donde:

d = diámetro a la altura del pecho (m)

$$\pi/4 = 0.7854$$

3.2.4. Valoración económica de bienes y servicios ambientales

3.2.4.1. Valoración económica de bienes ambientales (madera y estacas)

Se utilizó el método de valoración de precio de mercado, en virtud que tanto la madera como las estacas que se generan en una cerca viva, son bienes transables o tienen precio en el mercado. Para la valoración monetaria se utilizaron los datos de campo recopilados por cada cerca viva, en función del diámetro y altura media.

Esta metodología estima el valor económico de los productos o servicios de los ecosistemas que son vendidos y comprados en los mercados comerciales; como también para valorar los cambios ya sea en calidad o cantidad de un bien o servicio. (Armesto, s.f.)

Para el caso de la investigación se valoró la madera en función de su uso. Lo primero fue identificar las especies de mayor uso productivo, luego se clasificaron en dos grupos: aquellas especies cuya madera tendrían un valor de madera para aserrío y las especies con potencial para la producción de estacas vivas. Luego de investigar en el mercado el precio en las diferentes categorías, se pudo estimar el potencial económico productivo de las cercas vivas estudiadas y el beneficio en general que representan para la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

La fórmula que se utilizó para hacer el cálculo de volumen para madera de aserrío fue la siguiente:

- Fórmula de Huber - Árbol en pie

$$Vc = \pi/4 (DAP^2 (m)) * hc * ff$$

Donde:

Vc = volumen comercial

$$\pi/4 = 0.7854$$

DAP = diámetro a la altura del pecho

Hc = altura comercial

Ff = factor forma (0.5)

En el caso de las especies con potencial para producir estacas, lo primero fue la selección de las especies: *Bursera simaruba* (Almácigo); *Diphysa americana* (Macano); *Erythrina fusca* (Palo santo); *Gliricidia sepium* (Balo) y *Spondias mombin* (Jobo).

Luego se hizo una estimación a nivel de campo donde se determinó cada cierta distancia (30 metros) un promedio de 10 individuos adultos al azar con diversas

cantidades de ramas/estacas por especie. Se contabilizaron las estacas que podían ser aprovechadas de cada árbol y se generó un promedio de estacas por cada especie. Seguido, se multiplicó el número promedio de estacas por especie; por el número de individuos registrados en cada cerca viva. Finalmente se estimó el potencial económico con el precio que fue investigado en el mercado, el cual varía dependiendo de cada especie.

3.2.4.2. Valoración económica de servicios ambientales (secuestro de carbono)

Para la valoración de las cercas vivas en función a su potencial para el secuestro de carbono, se realizó mediante la estimación adecuada de la biomasa aérea total de cada cerca. Para la estimación de este parámetro (biomasa), se procedió utilizando los datos dasométricos obtenidos de la caracterización de cada cerca (DAP, altura total).

Con estos datos se utilizaron las fórmulas alométricas que mayormente se ajustaban a las condiciones climáticas de la zona de estudio. En ese sentido, se utilizó la metodología propuesta por Brown citado por Glave, Pizarro; (2001), donde se estima la biomasa de cada árbol individual en kilogramos (Y) mediante la siguiente ecuación:

$$Y = 0.118 D^{2.53}$$

Donde:

Y = Biomasa del árbol individual (kg)

D = Diámetro a la altura del pecho (cm)

Luego de la determinación de la biomasa, se procedió a la determinación del carbono almacenado en el componente aéreo. Para tal caso se siguió la metodología sugerida por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2016) citado por Gayoso, Guerra; (2005); donde señalan que el 50 por ciento de la biomasa aérea corresponde a carbono; (factor por defecto de 0.5).

Este procedimiento aplica en caso de no tener datos directos de laboratorio; y la fórmula base fue:

$$\mathbf{Cb = B \times F}$$

Donde:

Cb = Carbono de biomasa

B = Biomasa

F = Factor sugerido por el IPCC de 0.5

El precio del carbono en el mercado europeo de derechos de emisión (ETS por sus siglas en inglés) se ha disparado un 60 por ciento desde que arrancó el año 2018. Ya ronda entre los 13 y 15 euros por tonelada y las expectativas son que acabe el año en unos 20 o 30 euros, un nivel nunca registrado durante la última década; esto equivale entre 15 y 17 balboas actualmente. (Díaz, 2018). Para nuestro caso, los cálculos se hicieron con base al valor medio (14.39 balboas) del precio en el momento de la investigación.

3.3. Análisis de datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos en campo, se utilizó el software Excel el cual nos permitió la realización de cuadros comparativos, gráficos y cálculos básicos afines a la investigación. De igual forma, se utilizó el Software InfoStat para la realización de análisis estadísticos y comparaciones no paramétricas (prueba de Kruskal-Wallis, 1952), entre las diferentes cercas vivas del estudio. De igual forma se aplicó un análisis multivariado (análisis de conglomerados), que apoyó el proceso de análisis de los datos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Localización del área de estudio

Se presenta en el cuadro uno las coordenadas geográficas UTM; las cuales se tomaron con ayuda del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

CUADRO I. COORDENADAS UTM DE LAS CERCAS VIVAS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Cerca	Punto 1		Punto 2	
	X	Y	X	Y
1	0352742	0927432	0352619	0927693
2	0352563	0927758	0352310	0927908
3	0352275	0927814	0351979	0928015
4	0352993	0928366	0352835	0928111
5	0352909	0927953	0353086	0928079

Se muestra en la figura dos y tres la ubicación de las cercas vivas; obtenidas con ayuda de la herramienta Google Earth. Se encuentran ubicada en las parcelas número 14, 16, 17 y 18 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.



Figura 2. Ubicación de las cercas vivas uno, dos y tres. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.



Figura 3. Ubicación de las cercas vivas 4 y 5. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.

4.2. Caracterización de las cercas vivas

La caracterización de las cercas vivas utilizadas en el estudio, se inició con la toma de información básica tal como se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO II. DATOS BÁSICOS DE CADA CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Cerca	Longitud (m)	Diámetro de copa promedio (m)	m²	Área (Ha)
1	300	10.47	3141	0.31
2	300	7.04	2112	0.21
3	300	10.31	3093	0.30
4	300	8.33	2499	0.24
5	300	7.16	2148	0.21

Con los datos obtenidos en función de la longitud establecida por cerca viva de 300 metros lineales y el diámetro de copa promedio por cerca viva en metros; se calculó el área que corresponde a cada cerca. Se obtuvo los metros cuadrados por cerca y esta medida se traslapo a hectáreas.

4.2.1 Composición florística

La composición florística de especies en el área evaluada se muestra en el cuadro III, donde se registraron un total de 566 individuos pertenecientes a 30 especies arbóreas, de las cinco cercas vivas multiestratos.

CUADRO III. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE, POR CERCA Y CATEGORÍAS DE USO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Especie	Cerca 1			Cerca 2			Cerca 3			Cerca 4			Cerca 5			TOTAL
	M	E	O	M	E	O	M	E	O	M	E	O	M	E	O	
<i>Cedrela odorata</i>				6												6
<i>Cordia alliodora</i>	1			13			9						1			24
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>				4			2			2			2			10
<i>Samanea saman</i>	2									33						35
<i>Tectona grandis</i>	8			3									10			21
Subtotal	11	—	—	26	—	—	11	—	—	35	—	—	13	—	—	96
<i>Bursera simaruba</i>		21			18			6			1			12		58
<i>Diphysa americana</i>					3											3
<i>Erythrina fusca</i>		41			10			6						5		62
<i>Gliricidia sepium</i>		22			21			83			3			13		142
<i>Spondias mombin</i>		7														7
Sub total	—	91	—	—	52	—	—	95	—	—	4	—	—	30	—	272
Otras Especies	—	—	53	—	—	25	—	—	31	—	—	57	—	—	32	198
TOTAL	22	182	53	52	104	25	22	190	31	70	8	57	26	60	32	566

M: Especies maderables **E:** Especies para estacas **O:** Otras especies

Se consideraron todas las especies según la categoría de uso; las especies que pueden ser aprovechadas para madera, estacas y otras especies se consideran usos adicionales que pueden aportar.

Se observan en la figura cuatro, el total de individuos por especie y por cerca. La cerca viva número uno presentó un mayor número de individuos y mayor abundancia de especies arbóreas.

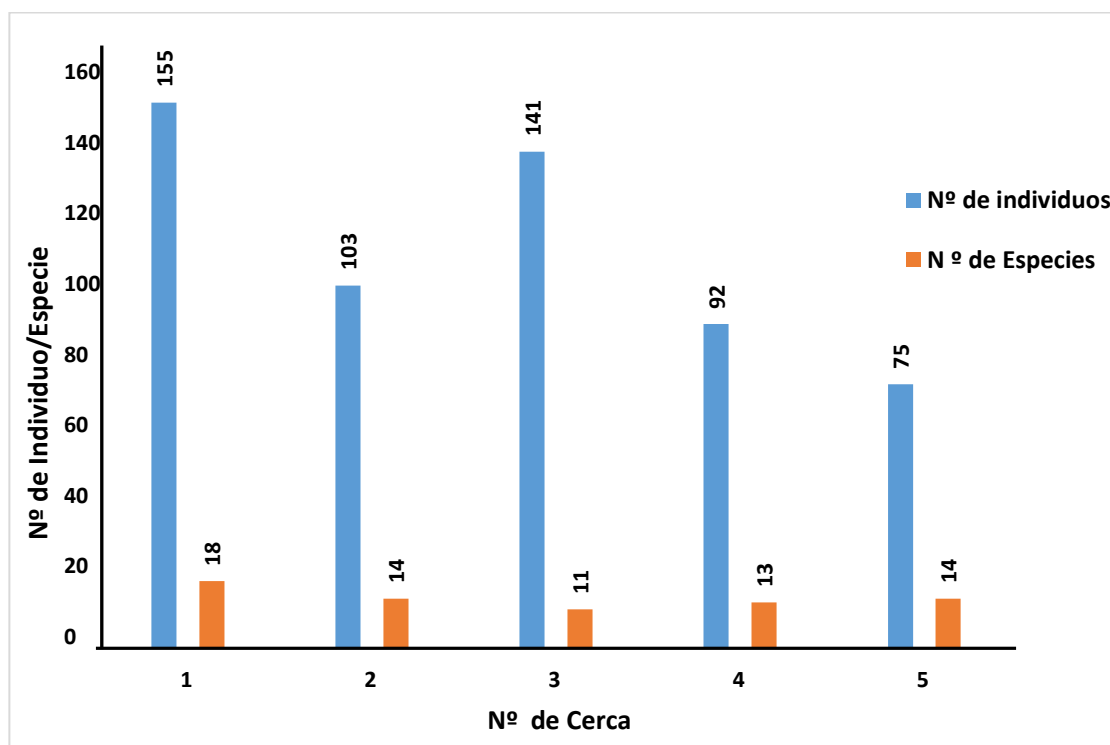


Figura 4. Número total de individuos y especies por cerca viva. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.

La abundancia de especies en las cercas vivas multiestratos estuvo dominadas por *Gliricidia sepium* (Balo), *Erythrina fusca* (Palo santo) y *Bursea simaruba* (Almácigo). Lo cual representa un 46.3 por ciento del total de los individuos registrados en estas cercas.

Otras especies como *Ficus costaricana* (Higuerón), *Tabebuia rosea* (Roble), *Cecropia heterochroma* (Guarumo) y *Cassia moschata* (Caña fistula) fueron las que se encontraron con un menor porcentaje. Además, se evidenció que las especies *Bursea simaruba* (Almacigo), *Gliricidia sepium* (Balo) y *Casearia arborea* (Raspa lengua) se encontraban presente en todas las cercas vivas.

El estudio desarrollado en la parte media y baja del Río La Villa por (Hassán, J; Ríos, L; Espinosa, J; Urriola, D, 2015); reportó la existencia de 34 especies, donde destacan la presencia de *Gliricidia sepium* (Balo) y *Bursea simaruba* (Almácigo). En la presente investigación, también estas especies presentaron mayor abundancia con un total de 30 especies que fueron identificadas en las cercas vivas multiestratos en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

La clasificación de categorías por uso de las cercas vivas multiestratos evaluadas, se presenta en la figura cinco.

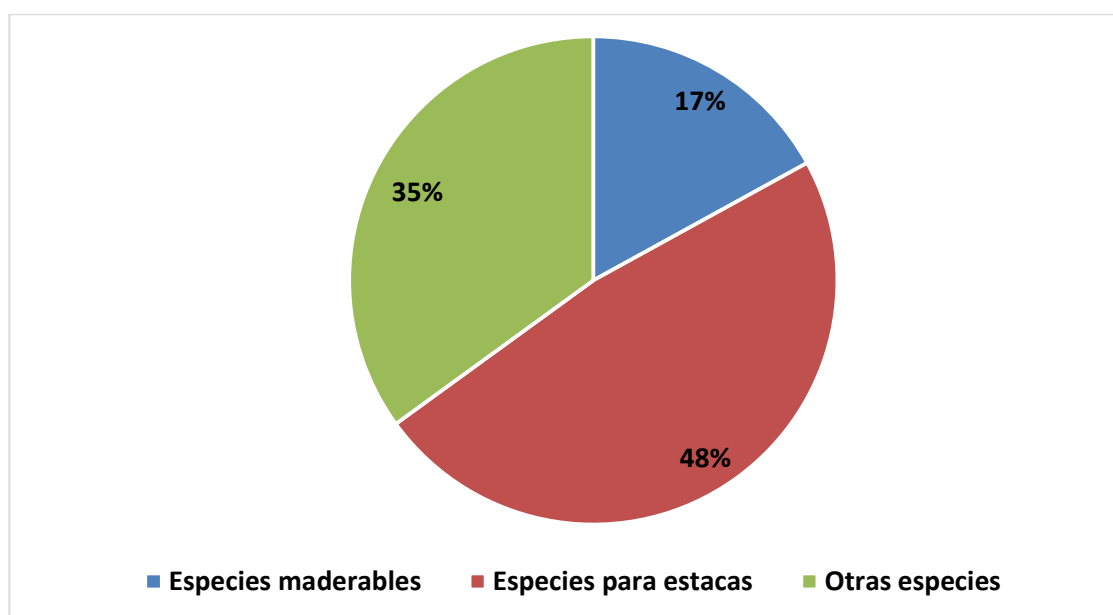


FIGURA 5. Total de individuos por categoría de uso. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.

Tal como se aprecia en la figura 5; predomina la categoría de especies con potencial para ser aprovechadas como estacas: *Bursera simaruba* (Almácigo); *Diphysa americana* (Macano); *Erythrina fusca* (Palo santo); *Gliricidia sepium* (Balo) y *Spondias mombin* (Jobo); con un 48 por ciento del total. Seguido de las especies para el aprovechamiento de madera para aserrío como: *Cedrela odorata* (Cedro); *Cordia alliodora* (Laurel); *Enterolobium cyclocarpum* (Corotú);

Samanea saman (Guachapalí) y *Tectona grandis* (Teca); representan el 17 por ciento. Otras especies representan el 35 por ciento.

La razón de este comportamiento se debe al hecho de que son especies que tienen alto porcentaje de adaptación a la zona climática del sitio. Otros aspectos a considerar son los dispersores naturales, por esta razón las especies crecen en un lugar por sus propios medios. Y los productores utilizan estas especies bien sea para el aprovechamiento de madera o para la producción de estacas que son de rápido crecimiento y la mayoría de especies son nativas.

Se destacan los amplios beneficios, mayor complejidad estructural y diversidad de especies arbóreas en referencia a las cercas vivas simples; este resultado lo refleja el estudio realizado por (Tobar, 2010) donde se asegura que las cercas vivas multiestratos pueden ayudar a contribuir a un hábitat más favorable y a minimizar el impacto en las áreas de pasturas y pueden jugar un papel importante en la conservación de la biodiversidad.

4.2.2. Estructura horizontal

La estructura horizontal da a conocer la posición de las copas de las especies que componen el bosque al observarlas desde el centro es decir como una proyección vertical o vista de planta.

Los resultados de variables dasométricas como área basal y densidad de especies se presentan en el cuadro IV.

Resultados que se obtuvieron después de hacer un inventario total del área delimitada para cada cerca viva, tomando en cuenta árboles con un DAP \geq 10 centímetros.

CUADRO IV. DISTRIBUCIÓN POR CLASE DIMÉTRICA Y CERCA VIVA, NÚMERO DE INDIVIDUOS Y ÁREA BASAL POR HECTÁREA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Clase Dimétrica (cm)														
	10-20		20-30		30-40		40-50		50-60		60-70		Total	
Cerca	Nº Ind.	Ab.	Nº Ind.	Ab.	Nº Ind.	Ab.	Nº Ind.	Ab.	Nº Ind.	Ab.	Nº Ind.	Ab.	Nº Ind.	Ab.
1	70	4.16	56	8.59	21	6.20	8	3.64	—	—	—	—	155	22.60
2	51	4.32	33	7.24	15	7.21	2	1.27	2	2.01	—	—	103	22.06
3	71	4.00	55	7.91	12	3.76	3	1.44	—	—	—	—	141	17.12
4	42	2.74	22	3.99	12	4.15	10	6.20	5	4.50	1	1.21	92	22.79
5	45	3.22	19	3.90	7	2.80	—	—	3	3.64	1	1.32	75	14.87
Total	279	18.45	185	31.64	67	24.12	23	12.55	10	10.15	2	2.53	566	99.43

Entre la clase diamétrica 10-20 centímetros se localizaron los mayores valores representando el mayor número de individuos. En cambio, el menor número de individuos se encuentra entre la clase diamétrica de 60-70 centímetros.

Para el análisis de la estructura, según el área basal por hectárea se encontró gran cantidad de individuos en las clases diamétricas intermedia. Puede observarse que las clases diamétricas superiores tienen menor número de individuos. Se puede mencionar que las cercas vivas multiestratos evaluadas son muy homogéneas y están conformadas por gran diversidad de especies, con diferentes edades.

El análisis de la distribución diamétrica permite evaluar su estado ecológico; en particular permite detectar la falta de regeneración o bien el envejecimiento

de los individuos; es decir, con una mayor proporción de las clases intermedia que suponen corresponden a los árboles más jóvenes. (Arroyo, 2003)

4.3. Valoración económica de bienes y servicios ambientales

4.3.1. Valoración de bienes ambientales (madera)

Se presenta en el cuadro V, la valoración económica a precio de mercado de las especies con potencial para madera de aserrío por cerca viva.

CUADRO V. VALORACIÓN ECONÓMICA A PRECIO DE MERCADO PARA LAS ESPECIES MADERABLES (MADERA PARA ASERRÍO) POR CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Cerca	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Samanea saman</i>	<i>Tectona grandis</i>	Nº Ind	Pt/Cerca	Valor total B/.
1	—	1	—	2	8	11	382.25	453.86
2	6	13	4	—	3	26	465.79	302.53
3	—	9	2	—	—	11	274.75	156.69
4	—	—	2	33	—	35	1893.61	946.80
5	—	1	2	—	10	13	543.35	591.31
Nº Ind	6	24	10	35	21	96	3559.74	—
Pie/Tab	57.05	365.1	523.51	1775.28	838.81	—	—	—
Precio	0.60	0.60	0.50	0.50	1.25	—	—	—
Valor totalB/.	34.23	219.06	261.76	887.64	1048.51	—	—	2451.20

Fueron identificadas cinco especies, distribuidas en las distintas cercas consideradas en el estudio: *Cedrela odorata* (Cedro), *Cordia alliodora* (Laurel), *Enterolobium cyclocarpum* (Corotú), *Samanea saman* (Guachapalí) y *Tectona grandis* (Teca).

El mayor potencial como madera para aserrío, se presentó en la cerca viva número cuatro, debido a que muestra el mayor número de individuos y como tal el mayor número de ingresos económicos. La especie que más abunda en las cinco cercas vivas es *Samanea saman*. El mayor valor económico total por especie lo registró *Tectona grandis* (Teca) como muestra el cuadro V. Se

considera que los resultados varían debido al precio por especie; por la demanda actual en el mercado.

4.3.2. Valoración de bienes ambientales (estacas)

En el cuadro VI se presenta la valoración económica a precio de mercado por cerca viva para cada especie identificada.

CUADRO VI. VALORACIÓN ECONÓMICA A PRECIO DE MERCADO DE LAS ESPECIES PARA PRODUCCIÓN DE ESTACAS POR CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Cerca	<i>Bursera simaruba</i>	<i>Diphysa americana</i>	<i>Erythrina fusca</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Spondias mombin</i>	Nº Ind	Pot estac.	Valor total B/.
1	21	—	41	22	7	91	406	189.80
2	18	3	10	21	—	52	229	113.65
3	6	—	6	83	—	95	386	220.80
4	1	—		3	—	4	17	9.20
5	12	—	5	13	—	30	132	63.20
Nº Ind	58	3	62	142	7	272		
Est/Prom	5	5	4	4	7			
Pot. Est	290	15	248	568	49		1170	
Precio	0.40	0.75	0.40	0.60	0.60			
Valor total	116.00	11.25	99.20	340.80	29.40			596.65

Como resultado de la investigación, se identificaron cinco especies con potencial productivo para estacas. *Bursera simaruba* (Almácigo); *Diphysa americana* (Macano); *Erythrina fusca* (Palo santo); *Gliricidia sepium* (Balo) y *Spondias mombin* (Jobo); siendo estas las especies más utilizadas para este fin.

Se puede analizar que la cerca número uno presenta el mayor potencial para la producción de estacas (406 estacas/año); lo que generaría un ingreso económico estimado en B/. 189.90. Se puede observar, que la especie

Gliricidia sepium (Balo) presentó el mayor número de estacas y por ende el mayor ingreso económico a diferencia de las demás. La especie *Diphysa americana* (Macano) aporta el menor ingreso monetario al igual que *Spondias mombin* (Jobo).

4.3.3. Valoración de servicios ambientales (secuestro de carbono)

En cuanto a la valoración de servicios ambientales (secuestro de carbono), se toman en cuenta todas las especies que fueron evaluadas y se hace el análisis por cerca viva, cuadro VII.

CUADRO VII. VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES (SECUESTRO DE CARBONO) POR CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Cerca	Nº Ind.	Ton CO ₂ /Cerca	Valor total B/.
1	155	31.36	451.35
2	103	20.96	301.63
3	141	22.21	319.61
4	92	28.93	416.31
5	75	15.34	220.80
Total	566	119	B/. 1,709.70

Las cercas uno y cuatro presentaron el mayor secuestro de carbono, y por ende el mayor aporte económico en esta variable.

Se determinó la biomasa total aérea de los 566 individuos inventariados en las cinco cercas vivas con DAP \geq a 10 cm, según la metodología descrita. El total de biomasa aérea determinada fue de 237623.47 kilogramos. Al considerar que el 50% de la biomasa aérea corresponde a carbono según el IPCC, citado por Gayoso, Guerra; (2005); resulta un total de 118811.73 kilogramos de carbono lo que es lo mismo 119 toneladas de carbono. Al momento de la

investigación el precio en el mercado era de B/. 14.39 por tonelada.; lo que representa un ingreso de B/. 1709.70. El análisis de secuestro de las especies más consideradas se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO VIII. ESPECIES CON MAYOR TONELADAS DE CARBONO ALMACENADO EN LAS CERCAS VIVAS E INGRESOS TOTAL. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Especie	Nº Individuo	Ton CO ₂	Valor Total B/.
<i>Bursera simaruba</i>	58	8.77	126.19
<i>Cordia alliodora</i>	24	3.66	52.72
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	10	9.04	130.02
<i>Erythrina fusca</i>	62	18.00	259.08
<i>Gliricidia sepium</i>	142	20.94	301.28
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	4.18	60.11
<i>Miconia argénte</i>	39	4.64	66.73
<i>Ocotea dendrodaphne</i>	11	4.89	70.33
<i>Samanea saman</i>	35	20.61	269.53
<i>Tectona grandis</i>	21	7.97	114.74
TOTAL	419	102.69	B/. 1,450.73

El carbono en la biomasa obtenida con las ecuaciones descritas en la metodología, muestran que las toneladas presentadas van a variar dependiendo del número de individuos que se encuentran por especie. El mayor ingreso económico lo presentan las especies *Gliricidia sepium* (Balo), *Erythrina fusca* (Palo santo) y *Enterolobium cyclocarpum* (Corotú).

Se presentó un valor considerable, debido a las toneladas de carbono presentes en los árboles que fueron evaluados. Lo que indica que estos tipos de vegetación tropical absorben más cantidades de dióxido de carbono (Europa Press, 2014).

Según estudio desarrollado en la parte media y baja del Río La Villa, por (Hassán, J; Ríos, L; Espinosa, J; Urriola, D, 2015); en las fincas ganaderas se evidencian el aporte en captura de carbono en cualquiera de los dos tipos de cercas vivas (simples o multiestratos); sin embargo, el mayor porcentaje fue encontrado en cercas vivas multiestratos.

Se observa en el cuadro IX, que las cercas vivas permiten aprovechar estos bienes y servicios ambientales (madera, estacas, captura de carbono) sin perjudicar sustancialmente su estructura.

CUADRO IX. VALORACIÓN TOTAL DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DE LAS CINCO CERCAS VIVAS MULTIESTRATOS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Variables	Producción total	Valor total B/.
Madera	3559.74 pt	2,451.20
Estacas	1170 estacas	596.65
Captura de CO ₂	119 toneladas	1709.70
Total		B/. 4,757.55

El análisis resumido de la valoración, muestra que el mayor ingreso económico lo genera el aprovechamiento de la madera que puede ser para la fabricación de muebles, madera de aserrío o construcción. Seguido la captura de carbono, que proviene de la biomasa que pueden aportar las cercas vivas y por último la producción de estacas, la cual es una alternativa que funciona de soporte para fijar los hilos de alambre de púas.

4.3.4. Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis) para determinar diferencia por cerca viva, referente a la variable de Carbono en toneladas por árbol. El resultado se presenta en el cuadro X.

CUADRO X. ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMÉTRICO, PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA LA VARIABLE CARBONO (TCárbol⁻¹). FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

<u>Variable</u>	<u>Cerca viva</u>	<u>N</u>	<u>Medias D.E.</u>		<u>Medianas</u>	<u>H</u>	<u>p</u>
C Ton/arb	1.00	155	0.20	0.20	0.13	11.8	0.0182
C Ton/arb	2.00	103	0.20	0.24	0.12		
C Ton/arb	3.00	141	0.16	0.16	0.11		
C Ton/arb	4.00	92	0.31	0.41	0.13		
C Ton/arb	5.00	75	0.20	0.38	0.08		

<u>Trat.</u>	<u>Ranks</u>	
5.00	236.78	A
3.00	267.50	A B
2.00	287.46	B
1.00	304.22	B
4.00	306.77	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El análisis de varianza no paramétrico indica que existe diferencia significativa entre la cerca viva cinco con respecto al resto de las demás cercas vivas; de acuerdo a la variable analizada. En cambio las cercas vivas uno, dos, cuatro, incluso la tres no presentan diferencias significativas entre sí. Aún cuando el análisis muestre una mínima diferencia significativa, en términos generales las cercas parecieran ser muy homogéneas en cuanto a su estructura y composición florística.

También se realizó un análisis de conglomerado, que se presenta en la figura seis; tomando en consideración el siguiente conjunto de variables presentes

en las cinco cercas vivas (TCárbol¹, biomasa (kg/árbol), volumen comercial, altura comercial, área basal (m²/árbol).

El análisis de conglomerados consiste en buscar grupos (conglomerados) en un conjunto de observaciones de forma tal que aquellas que pertenecen a un mismo grupo se parecen, mientras que aquellas que pertenecen a grupos distintos son disímiles, según algún criterio de distancia o de similitud. Los resultados de la prueba se presentan en la siguiente figura.

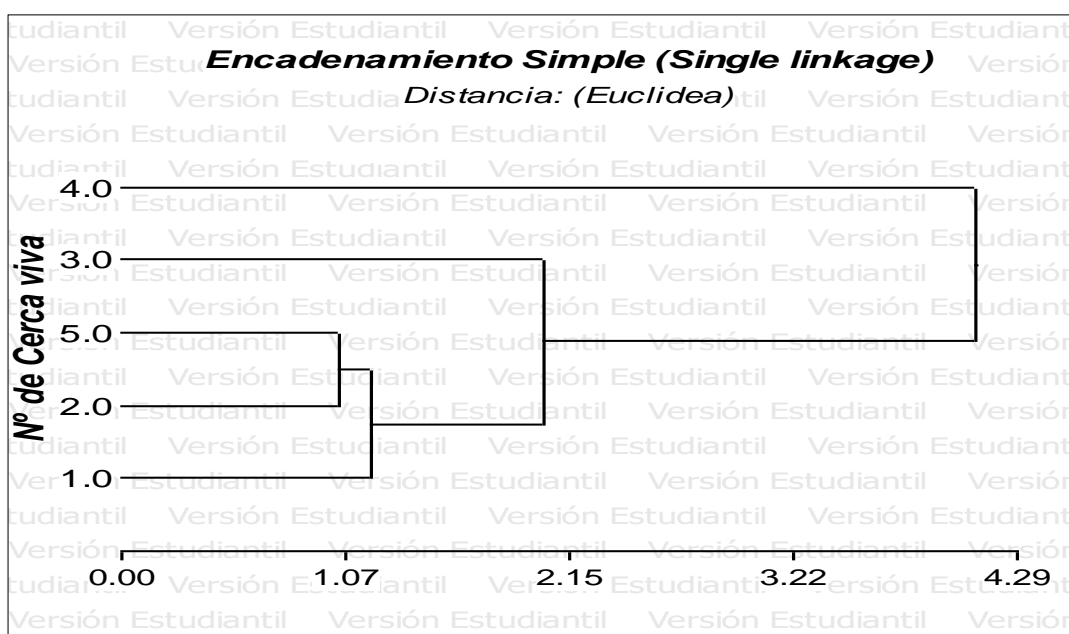


FIGURA 6. Análisis de conglomerado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. CEIACHI, 2018.

Se aprecia según análisis que las cercas uno, dos, tres y cinco mantienen características muy similares respecto a las variables utilizadas para este análisis; no así el caso de la cerca cuatro que parece diferir del resto. Esto de cierto modo refleja el mismo comportamiento encontrado en la prueba no paramétrica, es decir, diferencia de al menos una cerca viva con respecto a las demás.

5. CONCLUSIONES

- Se cumple la hipótesis, al evidenciar que las cercas vivas multiestratos evaluadas en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, aportan bienes y servicios ambientales que pueden ser aprovechados.
- Se logró la caracterización de cada cerca en función a su estructura y composición florística, encontrándose 566 individuos pertenecientes a 30 especies arbóreas y distintas clases diamétricas.
- Se identificó el valioso potencial que tienen las cercas vivas multiestratos en cuanto a bienes (madera, estacas) y servicios ambientales (secuestro de carbono); además, de otros usos que no fueron evaluados.
- La estimación económica de bienes y servicios ambientales, fue de B/. 4,757.55. El mayor potencial lo ofrecen las especies maderables encontradas en las cercas vivas; seguido de la captura de carbono y por último las especies para la producción de estacas.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda darles un manejo continuo a las cercas; para así maximizar los bienes (madera, postes, leña, frutos, etc.) y que siempre existan recursos alimenticios para conservación de la biodiversidad.
- El proceso de poda debe hacerse pensando en la función que cumplen las cercas vivas como corredores biológicos, es decir, la recomendación es no hacer las podas (por individuo) al cien por ciento.
- El hecho que las cercas vivas multiestratos se caractericen por poco manejo silvicultural por su condición estructural y del servicio ecosistémico que ofrecen; no significa que no se puedan aprovechar aquellas especies maderables que estando dentro de las cercas, hallan llegado a su estado de madurez. Es decir, se recomienda aprovecharlas, pero al mismo tiempo sustituirlas por individuos nuevos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, J. 2017. El ciclo del carbono Panamá (en línea). Consultado 16 may. 2018. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-carbon-cycle>
- Alderete, L. 2014. La deforestación en Panamá (en línea). Consultado 24, abr. 2018. Disponible en: <https://www.critica.com.pa/opinion/la-deforestacion-en-panama-333897>
- Armesto, Y. s.f. Método para valorar madera en pie según el destino de la misma (en línea). Consultado 5, may. 2018. Disponible en: file:///C:/Users/emily_000/Downloads/4457-4454-1-PB.pdf
- Arroyo, J. 2003. Distribución de clases diamétrica y conservación de bosques en el norte de Marruecos (en línea). Consultado 8 oct, 2018. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/48574/1/Distribuci%C3%B3n%20de%20clases%20diam%C3%A9tricas%20y%20conservaci%C3%B3n%20de%20bosques.pdf>
- Caballero, L. 2015. Actualización de la Capacidad de Uso de la Tierra, en las Parcelas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 9, 10, 11 B, 14,15,16-3, y 19 de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Provincia de Chiriquí. Tesis Ing. Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, Panamá, UP. 118 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2002. Manual para productores, cercas vivas (en línea). Consultado 29, abr. 2018. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A6822e/A6822e.pdf>

Casasola, F; Ibrahim, M; Villanueva, C. 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos (en línea). Consultado 29, abr. 2018. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A10912e/A10912e.pdf>

Castillo, H. 2015. Escuela académico profesional de ingeniería forestal. Agroforesteria (en línea). Consultado 14 jun. 2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335327533/Cercas-Vivas>

Díaz, C. 2016. Mangles de Cartagena de Indias: "Patrimonio Biológico y Fuente de Diversidad" (en línea). Consultado 3, may. 2018. Disponible en <http://www.eumed.net/libros-gratis/2010e/805/MEDICION%20DE%20VARIABLES%20DASOMETRI-CAS.htm>

Díaz, T. 2018. El precio de la tonelada de CO₂ en la UE ha subido un 60% desde enero (en línea). Consultado 5 jul. 2018. Disponible en: <http://www.eleconomista.es/empresasfinanzas/noticias/9058686/04/18/El-precio-de-la-tonelada-de-CO2-en-la-UE-ha-subido-un-60-desde-enero-.html>

DeClerck, F; Sánchez, D; Tobar, D; Torres, M; Villanueva C. 2008. Cercas vivas y su valor para la producción y conservación (en línea). Consultado 25, abr. 2018. Disponible en:

<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7782/171.pdf?sequence=2>

De la Ossa, A. 2013. Cercas vivas y su importancia ambiental en la conservación de avifauna nativa (en línea). Consultado 14 jun. 2018.

Disponible en: [file:///C:/Users/emily_000/Downloads/Dialnet-CercasVivasYSulImportanciaAmbientalEnLaConservacion-4694165%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/emily_000/Downloads/Dialnet-CercasVivasYSulImportanciaAmbientalEnLaConservacion-4694165%20(3).pdf)

Europa Press. 2014. Los bosques tropicales absorben más y más CO₂ (en línea). Consultado 25 sept. 2018. Disponible en:

<http://www.europapress.es/ciencia/habitat-y-clima/noticia-bosques-tropicales-absorben-mas-mas-co2-20141230125058.html>

Galicia, L. 2016 Almacén y dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México (en línea). Consultado 8 oct. 2018.

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000100001

Gayoso, J; Guerra, J. 2005. Contenido de carbono en la biomasa aérea en bosques nativos de Chile (en línea). Consultado 18 may. 2018.

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002005000200005

Glave, M; Pizarro, R. 2001. Valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales en el Perú (en línea). Consultado 16 may. 2018.

Disponible en: file:///C:/Users/emily_000/Downloads/1137.pdf

- Guzmán, G. 2014. Integración de árboles en un arreglo de cercas vivas para los sistemas ganaderos del Piedemonte Llanero (en línea). Consultado 24, abr. 2018. Disponible en: http://digitool.gsl.com.mx:1801/webclient/StreamGate?folder_id=0&dvs=1525015807945~648
- Hassán, J; Ríos, L; Espinosa, J; Urriola, D. 2015. Fijación de carbono en biomasa de cercas vivas de fincas ganaderas del río La Villa (en línea). Consultado 20 sept. 2018. Disponible en: [file:///C:/Users/emily_000/Downloads/J.Hassan2%20Carbono%20en%20cercas%20vivas%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/emily_000/Downloads/J.Hassan2%20Carbono%20en%20cercas%20vivas%20(2).pdf)
- Ibrahim, M; Tobar, D. 2010. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios? (en línea). Consultado 24, abr. 2018. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100032
- Louman, B.; Quirós, D.; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie técnica, Manual técnico N° 46. Cartago, C.R. CATIE. 265 p
- Martínez, C; Reyes, J. 2011. Establecimiento y manejo de cercas vivas (en línea). Consultado 8, oct. 2018. Disponible en: <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/Publicaciones-Sinaloa/Resultados-de-Proyectos-2010-2011/RP%20Manejo%20agroforestal%202011.pdf>

- Martínez, P. 2015. Resaltan importancia de captura de carbono para biodiversidad (en línea). Consultado 29, abr. 2018. Disponible en: <https://www.20minutos.com.mx/noticia/b281690/resaltan-importancia-de-captura-de-carbono-para-biodiversidad/>
- Martínez, R; Martínez, N; Pérez, M. 2007. Las cercas vivas y su papel en la conservación de la biodiversidad en Chiapas (en línea). Consultado 25, abr. 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277331130_Las_cercas_vivas_y_su_papel_en_la_conservacion_de_la_biodiversidad_en_Chiapas
- Mendieta, M. 2007. Sistemas Agroforestales (en línea). Consultado 25, abr. 2018. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RE_NF08M538.pdf
- Ospina, A. 2004. Cerca viva (en línea). Consultado 25, abr. 2018. Disponible en: <http://www.ecovivero.org/CercaViva.pdf>
- Paco, R. 2005. Captura y almacenamiento de CO₂ (en línea). Consultado 29, abr. 2018. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=7815>
- Portillo, G. 2017. Consecuencias de la deforestación (en línea). Consultado 24, abr. 2018. Disponible en: <https://www.renovablesverdes.com/deforestacion/>

Ramírez, M. 2010. Secuestro de carbono en bosques tropicales (en línea).

Consultado 16 may. 2018. Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos48/secuestro-de-carbono/secuestro-de-carbono.shtml>

Ruíz, A. 2010. Diámetro Normal o Diámetro a la Altura del Pecho (en línea).

Consultado 3, may. 2018. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/313204965/Diametro-Normal-o-Diametro-a-la-altura-del-pecho-Aula-Silvicultura-pdf>

Reyes, J. 2016. Establecimiento y manejo de cercas vivas (en línea).

Consultado 29, abr. 2018. Disponible en:

<https://es.slideshare.net/razasbovinasdecolombia/manejo-de-cercas-vivas>

Tobar, D. 2010. Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios (en línea). Consultado 20 sept.

2018. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100032

Wabo, E. 2002. Medición de Diámetros, Altura y Edad del Árbol (en línea).

Consultado 3, may. 2018. Disponible en:

file:///C:/Users/emily_000/Downloads/02_Diametros_alturas_y_edad.pdf

f

9. ANEXOS

CUADRO 1. FORMULARIO PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.

Cerca Viva N°						
N°	Especie	DAP (cm)	HCom. (m)	H Total (m)	Ancho de copa	Obsv.



FIGURA 1. EQUIPO UTILIZADO PARA LA MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS CONSIDERADAS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 2. SEÑALIZACIÓN EN CAMPO PARA DIFERENCIAR CADA CERCA VIVA. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018



FIGURA 3. VISTA DE RECORRIDO EN CAMPO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 4. VISTA DE CERCA VIVA NÚMERO UNO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



Figura 5. VISTA DE CERCA VIVA NÚMERO DOS. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 6. VISTA DE CERCA VIVA NÚMERO TRES. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 7. VISTA DE CERCA VIVA NÚMERO CAUTRO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 8. VISTA DE CERCA VIVA NÚMERO CINCO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 9. TOMA DE DATOS EN CAMPO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 10. UTILIZACIÓN DE LA CINTA DIAMÉTRICA EN LA TOMA DE DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.



FIGURA 11. MATERIAL VEGETATIVO DE ESTACAS VIVAS PARA SU UTILIZACIÓN. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. CEIACHI, 2018.