

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO

RIVAS - NICARAGUA



EFFECTO DE TRES LEGUMINOSAS SOBRE EL CONTROL DE ARVENSES, TIPO Y CANTIDAD DE MACROFAUNA EN PLANTACIONES DE TECA (*TECTONA GRANDIS*) DE UNO Y DOS AÑOS EN LA EMPRESA NOVELTEAK COSTA RICA S.A, 2019.

TESIS

COMO REQUISITO PREVIO, PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

WILBERT ALFREDO ROSALES MORA

TUTORES: ING. MSc. FRANKLIN AMPIÉ BRICEÑO

ING. MSc. ÁLVARO GONZÁLEZ MARTÍNEZ

Rivas, junio de 2020

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL ANTONIO DE VALDIVIESO
RIVAS - NICARAGUA**



**EFFECTO DE TRES LEGUMINOSAS SOBRE EL CONTROL
DE ARVENSES, TIPO Y CANTIDAD DE MACROFAUNA EN
PLANTACIONES DE TECA (*TECTONA GRANDIS*) DE UNO
Y DOS AÑOS EN LA EMPRESA NOVELTEAK COSTA RICA
S.A, 2019.**

TESIS

COMO REQUISITO PREVIO, PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

WILBERT ALFREDO ROSALES MORA

TUTORES: ING. MSc. FRANKLIN AMPIÉ BRICEÑO

ING. MSc. ÁLVARO GONZÁLEZ MARTÍNEZ

Rivas, junio de 2020

AGRADECIMIENTOS

Darle primeramente las infinitas gracias a **Dios** por la oportunidad de vivir.

A la Universidad Internacional Antonio de Valdivieso de Rivas (UNIAV) por construirme profesionalmente durante estos cinco años de formación académica.

A mis tutores MSc. Franklin Ampié Briceño y al MSc. Álvaro González Martínez por su fraterna amistad, por guiarme en este proceso de elaboración de Tesis, por sus tiempos extras dedicados por sus conocimientos brindados y por la paciencia ofrecida hasta la culminación de este proyecto. A mis padres Wilber Rosales Martínez y Elizabeth Mora Castillo por sus acertados consejos para enseñarme el camino del bien, su amor incondicional y por el apoyo emocional y económico brindado desde inicios de mi formación.

A Tobías Biachele y Nelson Torres por permitirme formar parte de Novelteak durante el tiempo de investigación, por sus conocimientos brindados y por su vigorosa amistad durante este proceso.

A la empresa Novelteak Costa Rica S.A por la oportunidad de poder realizar esta investigación desde su planificación hasta su finalidad absoluta.

Wilbert Alfredo Rosales Mora.

DEDICATORIA

Primeramente, a **Dios** nuestro señor.

Por darme una vida llena de salud, también por la sabiduría y fortaleza depositada para poder culminar mis estudios y permitirme alcanzar mis metas tanto personales como profesionales.

A mi amado padre Wilber Rosales que siempre trabajó arduamente sin descanso para que nunca me faltara nada en mi preparación, por sus palabras persistentes, sinceras y sabias siempre para bien, que hasta el día de hoy siguen siendo fundamentales.

A mi amada madre Elizabeth Mora, ya que fueron muchas noches de madrugada que paso, para bien de mi alimentación, por siempre velar con ese amor puro y verdadero en momentos difíciles de enfermedad.

Infinitamente gracias por que siempre han sido esos pilares fundamentales que han permitido que no me dé por vencido en los momentos de agonía y de incertidumbre.

A mis hermanos Luis Rosales y Grethel Rosales por ser fuentes de inspiración en todo momento.

A mi novia Judith Gutiérrez por ser mi escucha desde el inicio de mi formación profesional, por motivarme siempre que lo necesite y ser parte de este proceso.

Wilbert Alfredo Rosales Mora

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
LISTA DE ABREVIATURAS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 ESPECIE FORESTAL TECA (<i>Tectona grandis</i>)	4
3.1.1 Importancia del cultivo de teca en Costa Rica	4
3.1.2 Principales regiones productoras de teca a nivel mundial	4
3.1.3 Descripción botánica de la Teca	5
3.1.4 Control de arvenses en plantaciones de Teca	5
3.2 LAS ARVENSES	6
3.2.2 Efecto de las arvenses sobre plantaciones de teca	6
3.2.3 Las arvenses en los lotes de Novelteak Costa Rica SA	6
3.3 ORGANISMOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	7
3.4 LAS COBERTURAS VEGETALES	7
3.4.2 Importancia de las coberturas vegetales	7
3.4.3 Funciones de las coberturas vegetales	8
3.4.4 Acción de las coberturas vegetales sobre las malezas	9
3.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS LEGUMINOSAS EN ESTUDIO	9
3.5.1 <i>Desmodium heterocarpon</i>	9
3.5.1.1 Descripción botánica	10
3.5.1.2 Requerimientos de suelos y clima	10
3.5.1.3 Producción de semillas	10
3.5.1.4 Control de arvenses	10
3.5.2 <i>Pueraria phaseoloides</i>	11
3.5.2.1 Descripción botánica	12
3.5.2.2 Requerimientos de suelos y climas	12
3.5.2.3 Plagas y enfermedades	12
3.5.2.4 Métodos para cultivar	12
3.5.3 <i>Canavalia ensiformis</i>	12

3.5.3.1	Descripción botánica	13
3.5.3.2	Diferentes usos.....	14
IV.	HIPOTESIS	15
V.	METÓDICA (MATERIALES Y MÉTODOS).....	16
5.1	Ubicación del estudio.....	16
5.2	Determinación del universo	17
5.3	Selección de la muestra.....	17
5.4	Diseño experimental.....	18
5.5	Técnicas o instrumentos para la recolección de datos	19
5.6	Operacionalización de las variables	19
5.6.1	Altura de las leguminosas, Cobertura vegetal y composición botánica 19	
5.6.2	Longitud y número de nódulos de las raíces de las leguminosas.....	20
5.6.3	Tipo y Cantidad de macro fauna.....	20
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	21
6.1	Altura total de las leguminosas, Cobertura vegetal y Composición Botánica .	21
6.2	Longitud y número de nódulos de las raíces de las leguminosas.....	23
6.6	Tipo y cantidad de macrofauna	25
VII.	CONCLUSIONES.....	27
VIII.	RECOMENDACIONES	28
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	29
X.	ANEXO.....	32

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. ARVENSES EN PLANTACIONES DE TECA.....	6
IMAGEN 2. PRESENCIA DE COYOL (ACROCOMIA ACULEATA)	7
IMAGEN 3. COBERTURAS VEGETALES COMO CONTROLADORAS DE MALEZAS.....	8
IMAGEN 4. D. HETEROCARPON EN PLANTACIONES DE TECA, NOVELTEAK CR, S.A	9
IMAGEN 5. P. PHASEOLOIDES EN PLANTACIONES DE TECA, NOVELTEAK CR, S.A	11
IMAGEN 6. C. ENSIFORMIS EN PLANTACIONES DE TECA, NOVELTEAK CR, S.A	13
IMAGEN 7. ESTIMACIÓN DE COBERTURA Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA.	19
IMAGEN 8. DETERMINACIÓN DE LONGITUD DE RAÍCES Y NÚMERO DE NÓDULOS.	20
IMAGEN 9. ESTIMACIÓN DE CANTIDAD Y TIPO DE ORGANISMOS.....	20

INDICE DE TABLAS

CUADRO 1. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE LA TECA.....	5
CUADRO 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DESMODIUM HETEROCARPON	10
CUADRO 3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE PUERARIA PHASEOLOIDES	11
CUADRO 4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE CANAVALLIA ENSIFORMIS	13
CUADRO 5. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE LOS SITIOS ESTUDIADOS.	17
CUADRO 6. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	19
CUADRO 7. ALTURA TOTAL DE LAS LEGUMINOSAS, COBERTURA VEGETAL Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	21
CUADRO 8. LONGITUD Y NÚMERO DE NÓDULOS DE LAS RAÍCES.....	23
CUADRO 9. TIPO Y CANTIDAD DE MACROFAUNA POR TIPO DE LEGUMINOSA EN LOS DOS SITIOS DE EVALUACIÓN.....	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. MAPA FINCA SANTA CECILIA.....	32
ANEXO 2. MAPA FINCA PEÑAS BLANCAS.	32
ANEXO 3. PARCELA EXPERIMENTAL.....	33
ANEXO 4. ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE LAS LEGUMINOSAS, COBERTURA VEGETAL Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	34
ANEXO 5. LONGITUD Y NÚMERO DE NÓDULOS DE LAS RAÍCES DE LAS LEGUMINOSAS.....	35
ANEXO 6. TIPO Y CANTIDAD DE MACROFAUNA.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS

SA: Sociedad Anónima.

SC-P: Santa Cecilia – *pueraria*.

PB-P: Peñas Blancas – *pueraria*.

DAP: Diámetro a la altura del pecho.

FSC: Forest Stewardship Council.

INTAGRI: Instituto para innovación de tecnología en la agricultura.

m.s.n.m: Metros sobre el nivel del mar.

CIAT: Centro Internacional de agricultura tropical.

UNET: Universidad nacional experimental de Táchira.

UAN: Universidad Autónoma de Nayarit.

N/p: Nódulos por planta.

%: porcentaje.

cm: centímetro.

Pág: Página.

mm: milímetro.

Kg: kilogramos.

Ha: hectárea

TG: *Tectona grandis*.

C: Clon.

°C: Grados Celsius.

Km/ h: Kilómetros por hora

m²: Metros cuadrados

RESUMEN

Se evaluó el efecto de tres leguminosas (*C. ensiformis*, *P. phaseoloides* y *D. heterocarpon*) sobre el control de arvenses, tipo y cantidad de macrofauna en plantaciones de teca de uno y dos años de establecidas en las fincas Peñas Blancas y Santa Cecilia de la empresa Novelteak S.A, ubicada en el cantón de la Cruz, provincia de Guanacaste, Costa Rica. El estudio se realizó bajo un diseño anidado de dos factores (bifactorial) sin repeticiones, se evaluaron las variables altura total, longitud de raíces, cantidad de nódulos, cobertura vegetal, tipo y cantidad de organismos. Se encontró que *C. ensiformis* logró superar con respecto a la altura en más de 134% a *P. phaseoloides* y *D. heterocarpon* tanto en Peñas Blancas como en Santa Cecilia. *P. phaseoloides* en la finca Peñas Blancas supero a *D. heterocarpon* en un 100% y 38 % en longitud de raíz primaria y cantidad de nódulos respectivamente, mientras que en la finca Santa Cecilia ésta especie fue inferior a *D. heterocarpon* en un 30% en longitud de raíz, al igual que la finca Peñas Blancas esta especie fue superada en más del 150% en cantidad de nódulos por *P. phaseoloides*. En relación a la cobertura de las leguminosas en la finca Peñas Blancas *P. phaseoloides* y *D. heterocarpon* superaron en más del 430 % a *C. ensiformis*, mientras que en la finca Santa Cecilia no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p \leq 0,05$). La cantidad total de macrofauna fue similar en los dos sitios, 48,7% en Peñas Blancas y 51,3% en Santa Cecilia, los tipos de organismos de mayor presencia fueron los detritívoros, omnívoros y herbívoros con 37,5%, 31,2% y 25,3% respectivamente, quienes en la finca Peñas Blancas se registraron sobre la leguminosa *P. phaseoloides* mientras que en la finca Santa Cecilia fue en la leguminosa *C. ensiformis*.

Palabras claves: leguminosas, cobertura, organismos.

ABSTRACT

The effect of three legumes (*C. ensiformis*, *P. phaseoloides* and *D. heterocarpon*) on weed control, type and quantity of macrofauna in one and two year old teak plantations established in the Peñas Blancas and Santa Cecilia farms was evaluated. Of the company Novelteak SA, located in the canton of La Cruz, province of Guanacaste, Costa Rica. The study was carried out under a nested two-factor design (bifactorial) without repetitions, the variables total height, root length, number of nodules, vegetation cover, type and number of organisms were evaluated. It was found that *C. ensiformis* managed to overcome *P. phaseoloides* and *D. heterocarpon* by more than 134% in height in both Peñas Blancas and Santa Cecilia. *P. phaseoloides* in the Peñas Blancas farm outnumbered *D. heterocarpon* by 100% and 38% in primary root length and number of nodules respectively, while in the Santa Cecilia farm this species was less than *D. heterocarpon* by 30% In root length, like the Peñas Blancas farm, this species was more than 150% outnumbered by *P. phaseoloides*. Regarding the cover of legumes in the Peñas Blancas farm, *P. phaseoloides* and *D. heterocarpon* exceeded *C. ensiformis* by more than 430%, while in the Santa Cecilia farm, no significant statistical difference was found between the treatments ($p \leq 0.05$) The total number of organisms was similar in the two sites, 48.7% in Peñas Blancas and 51.3% in Santa Cecilia, the types of organisms with the highest presence were detritivores, omnivores and herbivores with 37.5%, 31, 2% and 25.3% respectively, who on the Peñas Blancas farm were registered on the *P. phaseoloides* legume while on the Santa Cecilia farm it was on the *C. ensiformis* legume.

Key words: legumes, cover, organisms.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques plantados de teca han atraído importantes inversiones del sector privado en África, Asia y América Latina; a nivel mundial la teca es, talvez la madera tropical de calidad que más se planta. Ha gozado de una excelente demanda, debido a la alta calidad de su duramen (Aymerich & De Camino, 2013).

Afirma Umaña (2012) que el área plantada de teca para el año 2010 en Costa Rica era de 32,000 ha, quedando en el puesto número 12 a nivel mundial en el establecimiento de esta especie, son al menos 25 tipos de usos que tiene la madera de la teca, ente lo que destacan: la construcción de casas, piezas de ebanistería y postes.

Realizar un manejo adecuado de las plantaciones forestales da la garantía de cosechar madera de calidad; las prácticas silviculturales que se implementen van en función del objetivo al cual va dirigido la madera, sin embargo, el factor común que no se sale de ningún esquema de manejo, es el control de arvenses, sobre todo en los tres primeros años de establecida la plantación. Debido a que la altura del cultivo es baja durante este período, el suelo está altamente expuesto a la llegada de plantas invasoras que interfieren dentro del desarrollo de los árboles, pues éstas les generan competencia por agua, luz, nutrientes y espacio (Garro, 2002).

El manejo de arvenses es un elemento clave en cualquier sistema de producción de cultivo por lo tanto, no realizar un control a tiempo podría implicar una baja en la producción de la plantación, árboles de mala calidad, aumento del tiempo de crecimiento de los individuos, disminución de la rentabilidad del negocio, aumento en los porcentajes de mortalidad de la plantación e inclusive, si el grado de invasión es muy alto, podría haber pérdida total del material vegetativo (Rodriguez, 2017). Además se ha demostrado que si no hay un adecuado control de malezas el rendimiento de volumen comercial disminuye hasta en un 30% (Medrano *et all*, 1999). El costo de control de arvenses en una ha, según Herrera (2006) representa el 18,8% del costo total del manejo en una plantación de teca con una edad de cuatro años en Costa Rica.

Desde lo alternativo del control de arvenses Reynoso (2016) plantea que las leguminosas establecidas en zonas con terrenos erosionados, con alto número de arvenses y con poca materia orgánica, se utilizan para formar el suelo y controlar especies no deseadas, ya que son una base importante para manejar los nutrientes internos, además son el principal grupo de las plantas, capaces de fijar nitrógeno del aire en las raíces y transferirlo al suelo.

Debido a la importancia del manejo temprano de arvenses y las restricciones que actualmente los mercados internacionales imponen, en cuanto al uso de herbicidas y agroquímicos en temas de certificación y manejo sostenible de plantaciones forestales; el presente estudio pretende evaluar el efecto de tres leguminosas (*D. heterocarpon* – *C. ensiformis* – *P. phaseoloides*) sobre el control de arvenses y cantidad de organismos en plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) de la empresa Novelteak Costa Rica S.A, 2019.

II. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de tres leguminosas sobre el control de arvenses, tipo y cantidad de macrofauna en plantaciones de teca (*Tectona grandis*) de uno y dos años en la empresa Novelteak Costa Rica S.A, 2019.

Específicos

- Estimar la altura, cobertura vegetal y composición botánica de las leguminosas.
- Determinar longitud y número de nódulos de las raíces en las leguminosas.
- Clasificar, de acuerdo el hábito alimenticio, los tipos de organismos presentes en el suelo según tipo de cobertura de leguminosa.
- Estimar la cantidad de organismos por especie presentes en el suelo según tipo de cobertura de leguminosa.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 ESPECIE FORESTAL TECA (*Tectona grandis*)

Según Tropicales (2019) la teca es cultivada ampliamente en plantaciones puras y también en combinaciones agroforestales. Por otra parte, argumenta Pandey (s.f).que es una de las principales maderas frondosas que existen en el mundo, prestigiada por su color claro, su excelente fibra y su durabilidad.

Sólo se da de forma natural en la India, Myanmar, la República Democrática Popular Laos y Tailandia, y se ha aclimatado en Java (Indonesia), donde probablemente se introdujo de 400 a 600 años atrás también se ha establecido en toda la zona tropical de Asia, en el África tropical (Côte d'Ivoire, Nigeria, Sierra Leona, la República Unida de Tanzania y Togo) y en América Latina y el Caribe (Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Panamá, Trinidad y Tobago y Venezuela) (Ibíd).

3.1.1 Importancia del cultivo de teca en Costa Rica

Diversas empresas de Costa Rica están procesando teca de dimensiones reducidas, componentes de muebles y mobiliario a precios que alcanzan hasta 1,000 dólares por metro cúbico en el mercado norteamericano, precios similares a los de la teca de alta calidad de los bosques de Myanmar (Badilla, s.f).

Según el estudio Mercado mundial de maderas y tendencias para productos de valor agregado citado por Arias (2017); la teca es una de las maderas más aprovechadas en el país y representa en conjunto con la melina y el ciprés, el 55 % de toda la madera procesada en Costa Rica.

3.1.2 Principales regiones productores de teca a nivel mundial

La teca por ser oriunda de Asia, región comprendida por países como India, Indonesia, Tailandia, Myanmar, Bangladesh y Sri Lanka, los cuales producen esta especie a partir de plantaciones forestales y dado que está vedada la extracción de dicha especie les permite a partir de bosques naturales ser la región donde más se produce esta especie forestal.

América Tropical ocupa el último lugar como región productora de Teca, con solamente un 3% del área de producción a nivel mundial, a pesar de contar con grandes extensiones aptas para el cultivo en países como México, Brasil, Perú, Colombia y otros países sudamericanos (Badilla, s.f).

Cuadro 1. Composición taxonómica de la Teca (Vinueza, 2012)

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Familia	Lamiaceae (Verbenaceae)
Género	Tectona
Especie	grandis
Nombre científico	Tectona grandis L.f.
Nombre común	Teca, Saca, Sagwan, Sagun, Sagon,

3.1.3 Descripción botánica de la Teca

Según Vinueza (2012) el árbol de teca alcanza alturas mayores a 30 m de altura y 80 cm de DAP, este posee un tronco recto, con tendencia a bifurcarse o ramificarse en exceso si crece aislado, la corteza externa de este árbol es de color castaño claro, escamoso y agrietado; mientras que la corteza interna es de color blanquecina, posee una copa angosta cuando es joven, y medianamente amplia cuando es adulto, sus hojas simples opuestas, ovales, grandes, verde oscuro y ásperas en el haz, blanquecinas y tomentosas en el envés, deciduas mientras que las flores son blanquecinas, pequeñas, agrupadas en grandes panículas terminales erectas y su fruto es una drupa café cuadrilobulada con una semilla pequeña, oleaginosa bastante dura.

3.1.4 Control de arvenses en plantaciones de Teca

Gonzalez (2015) recomienda al menos tres limpiezas el primer año, dos el segundo, una el tercero. Debe permitirse además el establecimiento y crecimiento de una cobertura vegetal baja de especies nativas leñosas para proteger el suelo de la erosión.

3.2 LAS ARVENSES

3.2.1 Concepto de las arvenses

Las arvenses o malezas conocidas comúnmente, son plantas competidoras que en un momento determinado interfieren con la utilización de la tierra por el hombre para un uso específico, estas crecen en lugares predominantemente distribuidos por el hombre, desarrollándose de forma silvestre y exuberante, obstaculizando el desarrollo de una vegetación superior cultivada (Garro, 2002).



Imagen 1. Arvenses en plantaciones de teca (Foto Wilbert Rosales).

3.2.2 Efecto de las arvenses sobre plantaciones de teca

Las arvenses representan problemas severos a nivel mundial, ya que su acción invasora facilita su competencia con las especies forestales, también pueden causar daño a los árboles por competencia de nutrientes, la teca es especialmente sensible a la humedad y a la competencia de las arvenses, los árboles recién plantados o con pocos meses de edad son más susceptibles de ser cubiertos fácilmente por las arvenses. En árboles un poco mayores, el espacio entre ellos favorece su crecimiento y reproducción; ya que buena parte del suelo está descubierta y la luz es aprovechada más eficientemente por las malezas (Blanco & Leyva, 2007).

3.2.3 Las arvenses en los lotes de Novelteak Costa Rica SA

Los lotes establecidos con la especie forestal de teca en la empresa Novelteak Costa Rica SA, cuentan con una diversidad de arvenses autóctonas de la zona, dentro de estas se destaca el coyol (*Acrocomia aculeata*) presentes en las dos fincas, pero con mayor influencia en la finca santa Cecilia, el cual causa indignación por parte de los trabajadores de campo ya que dificultan realizar labores como el

raleo sanitario, el primer y segundo raleo de aprovechamiento y la cosecha final de la plantación, también se dificulta en la chapia de los primeros años de vida de la planta y así, otras actividades.



Imagen 2. Presencia de coyol (Acrocomia aculeata) (Foto Wilbert Rosales).

3.3 ORGANISMOS EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

Muchos organismos de la macro fauna son importantes en la transformación de las propiedades del suelo, entre ellos: las lombrices de tierra (*Annelida: Oligochaeta*), las termitas (Insecta: *Isoptera*) y las hormigas (Insecta: *Hymenoptera: Formicidae*), que actúan como ingenieros del ecosistema en la formación de poros, la infiltración de agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica (Cabrera, 2012).

3.4 LAS COBERTURAS VEGETALES

3.4.1 Concepto de cobertura vegetal

Un cultivo de cobertura es definido como "una cobertura vegetal viva que cubre el suelo y que es temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (intercalado, en relevo o en rotación)". Aunque los cultivos de cobertura pueden pertenecer a cualquier familia de plantas, la mayoría son leguminosas (Pound, 2019).

3.4.2 Importancia de las coberturas vegetales

Los cultivos de cobertura están caracterizados por sus funciones más amplias y multipropósitos, las cuales incluyen la supresión de arvenses, conservación de suelo y agua, control de plagas y enfermedades (Pound, 2019).

En las tierras tropicales bajas los cultivos de cobertura juegan un papel importante en el control de malezas, manejo de la fertilidad del suelo e intensificación de los sistemas agrícolas. Aquí es de particular importancia el papel de los cultivos de cobertura en la transición de la agricultura migratoria de corte y quema, hacia sistemas agrícolas que son estables a niveles poblacionales humanos que la agricultura de corte y quema no puede sostener. Estas condiciones son encontradas en muchas de las áreas boscosas o previamente bajo bosque, en las tierras tropicales bajas de Centro y Sur América, África del Oeste y el Sur de Asia (Ibíd).

3.4.3 Funciones de las coberturas vegetales

Según Sagastume, Killough, & Selener (1997) citados por (González, 2015) determinan las funciones que tienen los cultivos de cobertura, siendo estas las siguientes (pág. 9).

- ✓ Reducir pérdidas de suelo por erosión.
- ✓ Incrementar la fertilidad del suelo.
- ✓ Incremento del contenido de materia orgánica en el suelo.
- ✓ Reducir competencias de arvenses con la plantación.
- ✓ Reducir costos al reducir la necesidad de aplicar herbicidas y fertilizantes.
- ✓ Aumento de la filtración de agua, y reducción de la escorrentía, reduciendo inundaciones y sedimentaciones.
- ✓ Incremento en la capacidad de retención de agua en el suelo.
- ✓ Reducción de la evaporación de agua del suelo.
- ✓ Reducción de la presencia de enfermedades y plagas en el cultivo



Imagen 3. Coberturas vegetales como controladoras de malezas (Foto Wilbert Rosales).

Los cultivos de cobertura también son usados en plantaciones madereras. En Honduras, por ejemplo, la empresa CONSEFORH (*Conservación y silvicultura de Especies Forestales de Honduras*) ha conducido ensayos de evaluación de diferentes especies de árboles maderables asociados con cultivos de cobertura, con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo para incrementar el desarrollo de los árboles (Pound, 2019).

3.4.4 Acción de las coberturas vegetales sobre las malezas

Las coberturas vegetales controlan las arvenses en tres formas principales: por competencia de agua, nutrientes, luz y espacio durante el crecimiento, por su efecto inhibitorio o alelopatía sobre la germinación de las semillas o desarrollo de las plántulas, causado por exudados radiculares y sustancias químicas que se liberan durante su descomposición luego del manejo y también por presentar un efecto físico de sombreado que producen las guías o rastrojos, impidiendo que las semillas reciban estímulo para su germinación.

3.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS LEGUMINOSAS EN ESTUDIO

Descripción de las coberturas vegetales (leguminosas) presentes en las plantaciones de teca donde se realizó la investigación.

3.5.1 *Desmodium heterocarpon*

(*D. heterocarpon*) sembrado en los lotes mencionados a continuación: lote Javillo 1 TG 2018 C en la finca Santa Cecilia y lote Santa Alicia 2-TG-2018-C en la finca Peñas Blancas.



Imagen 4. *D. heterocarpon* en plantaciones de teca, Novelteak CR, S.A (Foto Wilbert Rosales).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica *Desmodium heterocarpon* (Perez, et al, 2002)

Clase	Angiospermae
Sub clase	Dicotiledoneae
Orden	Leguminosae
Familia	Papilionaceae
Genero	Desmodium
Especie	heterocarpon
Nombre científico	<i>Desmodium heterocarpon</i>

3.5.1.1 Descripción botánica

La altura 15-60 cm; tallos delgados, teretes, estriados, pilosos con pelos blancos y rígidos, hojas trifoliadas, folíolos elípticos- ovados, el folíolo terminal 1.5 x 0.75-2 cm los laterales más pequeños, ápice agudo a absoluto y emarginado; inflorescencia en racimos axilares y terminales 5-20 cm; semillas transversales elípticas, 2.5 x 1.5 mm (Binder, 1997).

3.5.1.2 Requerimientos de suelos y clima

Crece hasta 1800 m.s.n.m, siendo óptimo de 0 a 300 m m.s.n.m. y precipitación >1800 mm/año. Se adapta bien a un amplio rango de suelos de baja fertilidad con pH de 4 – 7. Tolera suelos ácidos e inundados, sombra y pisoteo, no soporta sequía prolongada (Tropical forrajes, s.f).

3.5.1.3 Producción de semillas

Produce abundante semilla, hasta 450 kg /ha/año y la mejor producción se presenta en latitudes más altas. Cuando se usa como cobertura en cultivos permanentes, éste puede servir como semillero.

3.5.1.4 Control de arvenses

En zonas bajas tropicales existe una amplia gama de malezas nativas, que compiten con los cultivos (...) esta leguminosa tiene una alta capacidad de competencia contra la invasión de malezas, debido a su crecimiento agresivo, a la tolerancia de

bajos niveles de fertilidad en los suelos y la resistencia al ataque de plagas y enfermedades (...) (Pérez, Rincon, & Schmidt, 2002).

En una investigación realizada en la Universidad Nacional Agraria, UNA, sobre el estudio de siete leguminosas de cobertura en asocio con el cultivo de pitahaya como manejo de las malezas y aporte de nutrientes se demostró que tanto en el control de malezas como en biomasa los mejores resultados se obtuvieron en *Dolichos lablab* y *Mucuna pruriens*, seguidos de *Canavalia ensiformis* y *Cajanus cajan* (Gandul semilla gris) (Bolaños & Bolaños, 2016).

3.5.2 *Pueraria phaseoloides*

(*P. Phaseoloides*) se encuentra establecida en los lotes mencionados a continuación: lote Tanel A-TG-2017-C en la finca Santa Cecilia y lote Lomas A-TG-2017-C en la finca Peñas Blancas.



Imagen 5. *P. phaseoloides* en plantaciones de teca, Novelteak CR, S.A (Foto Wilbert Rosales).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de *Pueraria phaseoloides* (Gonzales, 2019).

Reino	Plantae
Phylum	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Arales</i>
Familia	<i>Araceae</i>
Género	<i>Pueraria</i>
Especie	<i>Pueraria phaseoloides</i>

3.5.2.1 Descripción botánica

Altura 50-80 cm; tallos cilíndricos, 5-6 m de largo, pubescentes, estoloníferos, los brotes jóvenes densamente cubiertos con pelos cafés; hojas trifoliadas, folíolos delgados, triangulares, aovados y muy ligeramente lobulados, 5- 12 x 7- 11 cm; inflorescencia en racimos axilares, sobre pedúnculos de 15-30 cm de largo; fruto recto o ligeramente curvado, cilíndrico; semillas 10-20 oblongas a cuadradas, 3 mm de largo, duras e impermeables (Binder, 1997).

3.5.2.2 Requerimientos de suelos y climas

La especie *Pueraria phaseoloides* se desarrollará mejor en suelos con pH ácido, neutro o alcalino. Su parte subterránea crecerá con vigor en soportes con textura arenosa, franca o arcillosa. Es de importante regar teniendo en cuenta la información anterior, todo ello para buscar un equilibrio más o menos constante en la humedad del soporte. Un aspecto interesante que comentar es que soporta bien la sequía y no tolera los encharcamientos, por lo que la zona de plantación debe estar muy bien.

3.5.2.3 Plagas y enfermedades

Aún no se ha encontrado información fiable sobre qué tipo de plagas y enfermedades afectan a este tipo de leguminosa, se han estado realizando estudios constantes para lograr definirlos (Micaela, 2013).

3.5.2.4 Métodos para cultivar

El investigador de Corpoica sostuvo que se pueden sembrar por semillas o por estolones, esto es, como material vegetativo. El estolón o corona del kudzú tiene la propiedad de producir raíces (Contexto ganadero, 2016).

3.5.3 Canavalia ensiformis

(*C. Ensiformis*) se encuentra establecida en los lotes mencionados a continuación: lote Javillo 1 TG 2018 C en la finca Santa Cecilia y lote Santa Alicia 2-TG-2018-C en la finca Peñas Blancas.



Imagen 6. *C. ensiformis* en plantaciones de teca, Novelteak CR, S.A (Foto: Wilbert Rosales).

Cuadro 4. Clasificación taxonómica de *Canavalia ensiformis* (Binder, 1997).

Reino	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Subtribu:	Diocleinae
Género:	<i>Canavalia</i>

3.5.3.1 Descripción botánica

Tallos: pocos ramificados, glabros de color púrpura, puberulentos con tricomas blancos ascendentes; Hojas trifoliadas, folíolos ovados, 6-13 x 4-8 cm, base obtusa o redondeada, coriáceos, normalmente pubescentes, especialmente en el envés; inflorescencia: colgantes, en racimos axilares, de 20x 10 cm de largo; flores vistosas con corolas blancas, color café o raramente café – amarillo, cada valva con una cresta sutural prominente y una cresta adicional a 4-6 mm de la sutural; semilla alrededor de 12- 20, blancas con hilo largo, elipsoidales, 21-15 x 10 x 6 mm de color café claro , a veces jaspeado (Binder, 1997).

3.5.3.2 Diferentes usos

En la América precolombina *Canavalia ensiformis* se cultivaba por sus semillas comestibles; los granos poseen una alta proporción de aminoácidos esenciales, a excepción de triptófano. Se siembran como abono verde, forraje, cultivo de cobertura en plantaciones de café, cítricos y otros cultivos perennes y como cultivo en relevo de maíz, tiene alta capacidad para reciclar nutrientes (Binder, 1997).

IV. HIPOTESIS

H_a: Al menos una de las tres leguminosas tendrá un mejor crecimiento y efecto sobre el control de arvenses, tipo y cantidad de macrofauna.

H_o: Ninguna de las tres leguminosas tendrá un mejor crecimiento y efecto sobre el control de arvenses, tipo y cantidad de macrofauna.

V. METÓDICA (MATERIALES Y MÉTODOS)

5.1 Ubicación del estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la empresa Novelteak SA, ubicada en el cantón de La Cruz, provincia de Guanacaste, Costa Rica; con coordenadas geográficas medias de 11°00'38" latitud norte y 85°35'29" longitud oeste, los límites de dicho cantón son los siguientes: al norte con Nicaragua, al sur con el Río Tempisque, al este con cantón de Upala (Río Las Haciendas), y al oeste con Océano Pacífico.

La Cruz se encuentra a una elevación de 255 m.s.n.m, con un clima tropical, temperatura promedio de 25.5°C, la precipitación anual es de 1963 mm %, vientos con una velocidad de hasta 37 km/h (Climate-Data.Org).

Novelteak posee más de 22,000 hectáreas de tierra y 7,000 de ellas están dedicadas a plantaciones de teca que producen alrededor de 40-50 km³ de productos de teca certificados por FSCTM (Torres, 2019).

La empresa Novelteak está subdividida en 18 fincas, 7 en Nicaragua (Jabalina, la Pimienta, Rio San Juan, las Colinas, el Porvenir, Nuevo mundo y San Jerónimo) y 11 en Costa Rica (Peñas Blancas, Santa Cecilia, Nambí, Rio Frio, Rio Tabaco, Ostional, Lajas de Quijiman, San Miguel, El Triunfo, Guaitil y Garza).

El estudio investigativo se realizó en dos fincas de la empresa (Peñas Blancas y Santa Cecilia) (ver anexo n° 1, 2).

La ubicación geográfica diligente de los lotes de cada finca donde se evaluaron las variables y se recolectaron los respectivos datos son las siguientes:

Finca Peñas Blancas

- ✓ El lote Santa Alicia 2 está ubicado en las coordenadas geográficas 11° 05' 55.9" latitud norte y 085° 26' 25.4" longitud oeste.
- ✓ El lote Lomas está ubicado en las coordenadas geográficas 11° 12' 55.0 latitud norte y 085° 35' 53.7" longitud oeste.

Finca de Santa Cecilia

- ✓ El lote Tanel está ubicado en las coordenadas geográficas 11° 05' 57.5" latitud norte y 085° 26' 47.9" longitud oeste.
- ✓ El lote Javillo 1 está ubicado en las coordenadas geográficas 11° 05' 46.8" latitud norte y 085° 26' 24" longitud oeste.

5.2 Determinación del universo

Considerando el enfoque y el diseño de la investigación el universo corresponde al área total de cada finca con sus atributos de clima, suelo y altitud (m.s.n.m). Al tener las fincas tamaños de áreas diferentes se delimitaron dónde estaban establecidas las leguminosas para ambas fincas parcelas de 150 m² (10 x 15 m), siendo ésta la población del estudio de cada tratamiento (Ver anexo n° 3).

Cuadro 5. Condiciones edafoclimáticas de los sitios estudiados.

Variables	Finca Peñas Blancas	Finca Santa Cecilia
Precipitación (mm)	1170	3620
Temperatura (°C)	30°	25°
Velocidad del viento (kmh)	19	23
Tipo se suelo	vertisoles	Oxisoles (rojisos)
Altitud (m.s.n.m)	248	337

(Novelteak CR, 2019)

5.3 Selección de la muestra

Para la selección de los sitios de monitoreo de la cobertura vegetal y composición botánica se retomó la metodología propuesta por Mostacedo y Fredericksen (2000), que consiste en lanzar aleatoriamente un cuadrado de 0,25 x 0,25 m sobre la vegetación para un total de 10 sitios de muestreo en las parcelas.

5.4 Diseño experimental

El trabajo de investigación se realizó bajo el diseño anidado de dos factores sin repeticiones, es de enfoque cuantitativo ya que se fundamenta en los aspectos observables y susceptibles de modificar. Usa una metodología empírico- analítica y se sirve de la estadística para el análisis de los datos. Busca llegar al conocimiento desde afuera por medio de la medición y el cálculo Barrantes (2002). Es una investigación de análisis bifactorial ya que requiere la manipulación simultánea de dos variables independientes llamados factores en un mismo experimento, en este caso los dos tipos de ambiente o finca (factor A) y los tres tipos de cobertura de leguminosas (factor B).

El modelo aditivo lineal del diseño:

$$Y_{ijk} = \mu + T(i) + \beta_j(i) + u(ij)(k)$$

μ : la media global.

$T(i)$: efecto del nivel i-ésimo del factor A.

$\beta_j(i)$: representa el efecto medio adicional del nivel j-ésimo del factor B dentro del nivel i-ésimo del factor

β : es el número de niveles anidados en cada nivel i, de modo que el número total de niveles de β es (i) (j) y la suma de los efectos del factor β dentro de cada nivel de (i) es 0.

$u(ij)k$: el error experimental. Variables aleatorias independientes

Los niveles es el número de cada componente en este caso son cinco, dos para el componente ambiente o finca y tres para el componente tipo de cobertura de leguminosas, al multiplicar los niveles de los componentes se obtuvo un total de seis tratamientos.

T1: Peñas Blancas + *P. phaseoloides*

T4: Santa Cecilia + *P. phaseoloides*

T2: Peñas Blancas + *C. ensiformis*

T5: Santa Cecilia + *C. ensiformis*

T3: Peñas Blancas + *D. heterocarpon*

T6: Santa Cecilia + *D. heterocarpon*

Nota: Por la característica del análisis situacional del estudio se evaluaron las variables en un único momento.

Cuadro 6. Descripción de variables e indicadores.

Variable	Indicador
En las leguminosas	
Altura.	cm
Cobertura vegetal	%
Composición botánica.	%
Longitud de raíces	cm
Cantidad de nódulos	Unidad
Tipo de organismos	Clasificación según hábito alimenticio
Cantidad de organismos por especie	Unidad

5.5 Técnicas o instrumentos para la recolección de datos

Para la recopilación, levantamiento de datos y evaluación de las variables en estudio, se elaboraron 3 tipos de formatos: que facilitaron registrar la información de las variables dependientes evaluadas. Posteriormente se creó una base de datos en software en la hoja de cálculos de Excel para su posterior análisis estadístico.

5.6 Operacionalización de las variables

5.6.1 Altura de las leguminosas, Cobertura vegetal y composición botánica

Se utilizó una cinta métrica con la cual se midió desde la base del suelo hasta el ápice de la planta para determinar la altura, para la cobertura vegetal total se utilizó un cuadrado de 0,25 m² este se lanzó al azar 10 veces dentro de cada parcela, también se repartió en 4 partes de 25% el cuadrado para determinar la composición botánica de 0 a 100% (Ver anexo n° 4).



Imagen 7. Estimación de cobertura y composición botánica.

5.6.2 Longitud y número de nódulos de las raíces de las leguminosas

Se seleccionaron dos plantas por cada leguminosa para extraerlas, en las cuales se evaluó la longitud de las raíces en cm, número de nódulos, se procedió a desintegrar los terrones de las raíces con ayuda de agua de manera que se permitiera tener una mejor apreciación de los nódulos para su contabilización, posteriormente se determinó la longitud de raíz primaria y secundaria con una cinta métrica. (Ver anexo n° 5).



Imagen 8. Determinación de longitud de raíces y número de nódulos.

5.6.3 Tipo y Cantidad de macro fauna

Se definieron 3 cuadrantes de 25 x 25 cm, estos se covaron a una profundidad de 20 cm, con distanciamientos de 3 metros en cada cuadrante, en el formato se registró la cantidad y tipo de organismos según su hábito de alimentación y tipo de leguminosa evaluada durante las primeras horas del día (5:30am- 8:00 am) (Ver anexo n° 8).



Imagen 9. Estimación de cantidad y tipo de organismos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Altura total de las leguminosas, Cobertura vegetal y Composición Botánica

Cuadro 7. Altura total de las leguminosas, Cobertura vegetal y Composición Botánica.

Finca	Tratamientos	Altura (cm)	Cob. vegetal (0-100%)	Composición botánica (0-100%)					
				Leg	Ha	Gra	Hoj	Bej	Total
Peñas Blancas (P.B)	<i>Pueraria phaseoloides</i>	27,5 bc	84,0 b	69,5 c	11,0 a	15,5 b	2,0 a	2,0 a	100,0
	<i>Canavalia ensiformis</i>	36,1 c	75,0 a	11,5 a	38,0 b	44,0 c	6,5 b	0,0	100,0
	<i>Desmodium heterocarpon</i>	25,4 b	84,0 b	61,0 bc	25,0 a	8,5 ab	1,5 a	4,0 a	100,0
Santa Cecilia (S.C)	<i>Pueraria phaseoloides</i>	15,4 a	70,7 a	46,3 bc	38,5 b	7,5 ab	2,7 a	5,0 a	100,0
	<i>Canavalia ensiformis</i>	50,4 d	75,0 a	46,0 b	36,0 b	10,6 ab	3,6 ab	4,2 a	100,0
	<i>Desmodium heterocarpon</i>	14,8 a	84,0 b	51,5 bc	39,5 b	3,2 a	1,2 a	4,6 a	100,0
PROMEDIO		28,2	78,7	47,6	31,3	14,8	2,9	3,3	100,0

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Cob: cobertura, **Leg:** leguminosa, **Ha:** hoja ancha, **Gra:** gramínea, **Hoj:** hojarasca y **Bej:** bejuco

El comportamiento del crecimiento y cobertura de las leguminosas varió en dependencia de las características edafoclimáticas de las zonas de estudio, en relación con la altura total *C. ensiformis* presentó los valores más altos en ambas condiciones, aunque fue menor en la finca ubicada en Peñas Blancas, superando en más de 134 % a las especies *P. phaseoloides* y *D. heterocarpon* que registraron los valores más bajos en las dos condiciones; mostrándose la misma inclinación en los resultados de Guillén (2016), quien evaluó el crecimiento y producción de semilla de

Moringa oleifera Lam y el potencial de asocio con dos leguminosas forrajeras *C. brasiliensis* y *C. ensiformis*, donde esta última especie logró superar en altura a la otra leguminosa evaluada. Al comparar los valores promedios de cobertura vegetal se determina que la especie con mejores resultados en ambas condiciones fue *D. heterocarpon*; en relación a la composición botánica en la finca Peñas Blancas las especies con mejores resultados fueron *P. phaseoloides* y *D. heterocarpon* superando en más del 430 % a *C. ensiformis*, sin embargo en la finca Santa Cecilia no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p \leq 0,05$) (cuadro 5); esta misma tendencia se encontró en estudios realizados por Barrios *et al* (2011) en palma aceitera en el estado de Mónaga – Venezuela, que evaluaron la cobertura de cuatro especies de leguminosa en el control de arvenses durante los primeros 90 días de establecimiento, determinando que *P. phaseoloides* superó en cobertura a las demás especies.

Es importante señalar que a pesar que *P. phaseoloides* en ambas condiciones fue establecida en plantaciones de teca de un año a diferencia de *D. heterocarpon* y *C. ensiformis* que se hizo de forma simultánea con el componente forestal, esto no afectó su comportamiento, es decir mientras en un sitio obtuvo una mejor cobertura en el otro no, atribuyéndose por tanto que son las características edafoclimáticas un elemento a considerar para el dominio de la recomendación como uso de cobertura y la forma de establecimiento debe de considerarse como un elemento a evaluar en futuros ensayos en condiciones similares a la finca Santa Cecilia.

6.2 Longitud y número de nódulos de las raíces de las leguminosas

Cuadro 8. Longitud y número de nódulos de las raíces.

Finca	Tratamientos	Raíz primaria (cm)	Raíz secundaria (cm)	Nº de nódulos
Peñas Blancas	<i>Pueraria phaseoloides</i>	25c	14,5a	50,5d
	<i>Canavalia ensiformis</i>	3,5a	47,5b	1,5a
	<i>Desmodium heterocarpon</i>	12,5b	19a	36,5c
Santa Cecilia	<i>Pueraria phaseoloides</i>	30c	12,5a	45,5cd
	<i>Canavalia ensiformis</i>	4,5a	84,5c	3a
	<i>Desmodium heterocarpon</i>	39d	19,5a	18b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Con relación a la longitud y cantidad de nódulos de las raíces se observa que las especies de leguminosas en términos generales tuvieron similar comportamiento en las dos condiciones o sitios evaluados, es decir no influyó el ambiente sobre el comportamiento de estas variables en una misma especie. No obstante, en dos de las tres especies de leguminosas en las dos condiciones se evidencia que la longitud de la raíz primaria de acuerdo con los resultados permitió un buen desarrollo tanto de la cobertura vegetal como de la cantidad de nódulos. Sin embargo estas dos especies de acuerdo al tipo de condición mostraron tener un comportamiento diferenciado, principalmente en la variable longitud de raíz, es decir mientras que en una condición mostraron tener un mejor comportamiento en la otra condición fue superada por la otra especie y viceversa.

P. phaseoloides en las condiciones de la finca Peñas Blancas superó a *D. heterocarpon* en un 100 y 38 % en longitud de raíz primaria y cantidad de nódulos respectivamente, mientras que en la finca Santa Cecilia esta especie fue inferior a *D. heterocarpon* en un 30% en longitud de raíz, sin embargo al igual que la finca Peñas Blancas esta especie fue superada en más del 150% en cantidad de nódulos por *P. phaseoloides*; al comparar los datos promedios de cantidad de nódulos y la longitud de raíz primaria de esta misma especie con los obtenidos por Palomo (2015), quien evaluó en condiciones de monocultivo a *P. phaseoloides* en el campo

experimental La playita – Ecuador, se determina que los resultados de *P. phaseoloides* en las fincas Peñas Blancas y Santa Cecilia fueron superior en más del 92% a los 23,7 nódulos por planta y en más 34% a los 18,7 cm de longitud de raíz primaria estimada por Palomo en condiciones de mayor altitud y precipitación y menor temperatura.

En el caso de *Canavalia ensiformis* a pesar de tener una buena longitud de raíz secundaria en las dos condiciones la longitud de la raíz primaria y número de nódulos fue inferior a las dos especies antes mencionadas (cuadro 7).

6.6 Tipo y cantidad de macrofauna

Cuadro 9. Tipo y Cantidad de macrofauna por tipo de leguminosa en los dos sitios de evaluación

Tratamientos	Detritívoros					Omnívoros	Herbívoros			Depredadores				N.I	Total
	a	b	c	d	Total	e	f	g	Total	h	i	j	Total	k	0,5 m
<i>PB- P. phaseoloides</i>	1,6	1,3	2	21,3	26,2	18,3	4	5	9	2,3	0,3	0	2,6	0,3	56,4
<i>PB-C. ensiformis</i>	0,3	0	0,3	9,6	9,9	11	3,6	3,3	6,9	0,6	0	0,6	1,2	0	29,3
<i>PB- D. heterocarpon</i>	0,6	1	1,6	16,6	19,8	12	3,3	2,3	5,6	2	0	1	3	0,6	41
<i>SC- P. phaseoloides</i>	1,6	0	2	4,3	7,9	8,3	1,3	7	8,3	3,3	0	0,3	3,6	0	28,1
<i>SC- C. ensiformis</i>	1,3	0,6	0,3	22,3	24,5	19	23	10,3	33,3	1,6	0	1	2,6	0,3	79,7
<i>SC- D. heterocarpon</i>	0	0	0,3	8,6	8,9	12,6	0,6	2	2,6	1,3	0	0,3	1,6	0,3	26,0
TOTAL	5,4	2,9	6,5	82,7	97,5	81,2	35,8	29,9	65,7	11,1	0,3	3,2	14,6	1,5	260

a: Lombriz, b: Mil pies, c: Caracol, d: Termitas, e: Hormigas, f: Chinchas, g: Salta hojas, h: Arañas, i: Cien pie, j: Escarabajos, k: No identificados

La cantidad de organismos varió según el tipo de cobertura y sitio de estudio. En términos generales se determina que la cantidad total de organismos fue similar en los dos sitios, el 48,7% se registraron en Peñas Blancas y el 51,3% en Santa Cecilia. De acuerdo a la predominancia del tipo de organismos se observa que la población de detritívoros, omnívoros y herbívoros fue mayor con 37,5%, 31,2% y 25,3% respectivamente.

En relación a la presencia de organismos según el tipo de cobertura de leguminosa y sitio de estudio fue variable, es decir la preferencia de los organismos por una leguminosa estuvo más relacionado al tipo de sitio que por la leguminosa misma, en este sentido se observa que los detritívoros, omnívoros y herbívoros en la finca Peñas Blancas estos organismos registraron mayor presencia en la cobertura de *P. phaseoloides*, pero en la finca Santa Cecilia fue *C. ensiformis*, dentro del grupo de los detritívoros, las termitas fueron las de mayor predominancia con más de 81,3%, en los omnívoros las hormigas registraron más del 22,5% de presencia en ambos sitios, mientras que en los herbívoros el tipo de organismos varió según la cobertura de leguminosa. En *P. phaseoloides* el salta hojas tuvo una predominación del 55, % y en *C. ensiformis* los chinches registraron un 69,5%. Por su parte los depredadores registraron mayor presencia en la cobertura en *D. heterocarpon* en la finca Peñas Blancas, pero en la finca Santa Cecilia su mayor presencia se registró en la cobertura de *P. phaseoloides*, dentro de este grupo el organismo con mayor predominancia fueron las arañas con 66,7% y 97% respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

Las plantas de las tres leguminosas presentaron similar comportamiento de crecimiento en ambos sitios, en relación a la altura total de las plantas *C. ensiformis* por sus características de crecimiento (trepador) superó a *D. heterocarpon* y *P. phaseoloides*, no obstante estas especies por su hábito de crecimiento (rastrero) lograron tener una mejor cobertura en menos tiempo que *C. ensiformis* las que las convierten en especies con un alto potencial para el control de arvenses en plantaciones forestales.

La longitud de raíces según el tipo de sitio fue diferenciado en dos de las tres leguminosas que presentaron el mejor crecimiento; es decir mientras que *P. phaseoloides* fue superior a *D. heterocarpon* en la finca Peñas Blancas, en Santa Cecilia el resultado fue inverso. En relación a la cantidad de nódulos *P. phaseoloides* en ambas condiciones superó a las demás leguminosas.

La presencia de macrofauna según el tipo de cobertura de leguminosa fue variable en ambos sitios, en la finca Peñas Blancas la mayor incidencia de organismos se registró en *P. phaseoloides*, mientras en Santa Cecilia fue en *C. ensiformis*. Los detritívoros, omnívoros y herbívoros fueron el tipo de macrofauna con mayor presencia.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones que permitan evaluar el proceso desde el establecimiento, manejo y aprovechamiento el potencial de *P. phaseoloides* y *D. heterocarpon* como leguminosas que contribuyen a favorecer las características físicas, químicas y biológicas del suelo y el crecimiento de las especies forestales.

Tomar en cuenta en futuros estudios, la parcela testigo para poder determinar la relación en cuanto al % de cobertura, además de establecer repeticiones de los tratamientos, para hacer un diseño de acuerdo a las características metodológicas establecidas, con un proceso aleatorio de selección de la muestra.

Implementar un plan de manejo de arvenses durante el primer año de crecimiento de las leguminosas, para permitirle un mejor desarrollo en la etapa vegetativa y por ende lograr la homogeneidad dentro de las plantaciones.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Medrano, C., Figueroa, V., Gutiérrez, W., Villalobos, Y., Amaya, L., & Semprúm, E. (1999). *Biblioteca Digital, Revista de la facultad de agronomía*. Recuperado el 08 de Junio de 2020, de Estudio de las malezas asociadas a plantaciones frutales en la planicie de Maracaibo. Venezuela: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26286>
- Arias, J. (27 de octubre de 2017). *Teca Costarricense se abre paso en Mercados Internacionales*. Recuperado el 17 de mayo de 2019, de CR.hoy.com noticias 24/7: <https://www.crhoy.com/economia/teca-costarricense-se-abre-paso-en-mercados-internacionales/>
- Aymerich, J. M., & De Camino, R. V. (2013). *Las plantaciones de teca en América Latina Mitos y realidades*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Recuperado el 14 de diciembre de 2018
- Badilla, I. M. (s.f). *Producción y Comercialización de Teca*. Recuperado el 17 de mayo de 2019, de monografias.com: <https://www.monografias.com/trabajos74/produccion-comercializacion-teca/produccion-comercializacion-teca2.shtml>
- Barrantes, R. (2002). *Investigación un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo*. Recuperado el 13 de febrero de 2020, de EUNED. San José, CR. 280 p.: https://laboratorio-mti.jimdo.com/app/download/8423476870/Libro_Investigacion_camino_conocimiento_Barrantes.pdf?t=1472044734
- Barrios, R., Fariñas, J., Silva, R., & Sanabria, D. (Mayo-Agosto de 2011). *Altura de la leguminosa*. Recuperado el 17 de septiembre de 2019, de Comportamiento de cinco especies de leguminosas como cobertura viva en palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela.
- Binder, U. (1997). *canavalia*. Esteli: Pasolac. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:p8NOC50OWPsJ:https://betuco.be/coverfodder/Canavalia%2520esp.pdf+&cd=7&hl=es&ct=clnk&gl=cr>
- Blanco, Y., & Leyva, Á. (2007). *LAS ARVENSES EN EL AGROECOSISTEMA Y SUS BENEFICIOS AGROECOLÓGICOS COMO HOSPEDERAS DE ENEMIGOS NATURALES*. Recuperado el 13 de febrero de 2019, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa>
- Bolaños, R., & Bolaños, R. (28 de marzo de 2016). *Estudio de siete leguminosas de cobertura en asocio con el cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus, Britton y Rose), como manejo de las malezas y aporte de nutrientes*. Obtenido de Universidad Nacional Agraria, UNA.: <http://repositorio.una.edu.ni/1646/>
- Cabrera, G. (Septiembre de 2012). *Scielo - Artículos de Investigación*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo.: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es#:~:text=Como%20indicador%20biol%C3

B3gico%20del%20estado%20de%20conservaci%C3%B3n%2Fperturbaci%C3%B3n%20del%20suelo,manifiestan%20la%20productividad%20de

Climate-Data.Org. (2012). La Cruz Guanacaste, Costa Rica.

Contexto ganadero. (24 de agosto de 2016). *Los variados usos del kudzú tropical en predios ganaderos*. Recuperado el 13 de febrero de 2019, de contexto ganadero: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/los-variados-usos-del-kudzu-tropical-en-predios-ganaderos>

D. Pandey, C. B. (s.f). *La teca: una vision global*. Recuperado el 16 de mayo de 2019, de la teca, FAO: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/x4565s/X4565s02.PDF>

Garro, J. (2002). *plantas competidoras, un componente mas de los agrosistemas*. turrialba: Editorial de la Universidad Estatal Distancia. Recuperado el 13 de febrero de 2019

Gonzales. (Noviembre de 2019). *Info Pastos y forrajes (Ficha Tecnica del Kudzu)*. Recuperado el 26 de Junio de 2020, de Clasificacion taxonomica de Kudzu: <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas/kudzu/>

González, S. (marzo de 2015). "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES COBERTURAS VIVAS, (*Arachis pintoii*, *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema pubescens*) SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA TECA (*Tectona grandis* L.f.), EL NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO Y CONTROL DE MALEZAS, EN EL CANTÓN SANTO DOMIN. Recuperado el 22 de enero de 2019, de Departamento de ciencias de la vida y la agricultura- el repositorio ESPE: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9691/1/T-ESPE-002709.pdf&ved=2ahUKEwixkvqC1YvgAhVBPN8KHTE3Bk8QFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw1LpbkB7wJVzVTg24u0zNdB&cshid=1548513240594>

Guillén, J. G. (Julio de 2016). *Crecimiento y producción de semilla de Moringa oleifera Lam., en asocio con dos especies de Canavalia (Canavalia brasiliensis Mart. Ex Benth y Canavalia ensiformis (L.))*. Recuperado el 04 de abril de 2020, de Canavalia ensiformis -Cenida: <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10t694c.pdf>

Herrera, L. (Noviembre de 2006). *Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de Estructura de Costos para las plantaciones de Teca (*Tectona grandis* L.f.) y Acacia mangium (*Acacia mangium* Willd.) para la Empresa ECOdirecta S.A.: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/4026/Estructura%20de%20costos%20para%20las%20plantaciones%20de%20Teca%20%28Tectona%20grandis%20L.f.%29%20y%20Acacia%20mangium%20%28Acacia%20mangium%20Willd%29%20para%20la%20Empresa%20ECOdirecta%20S.%2>

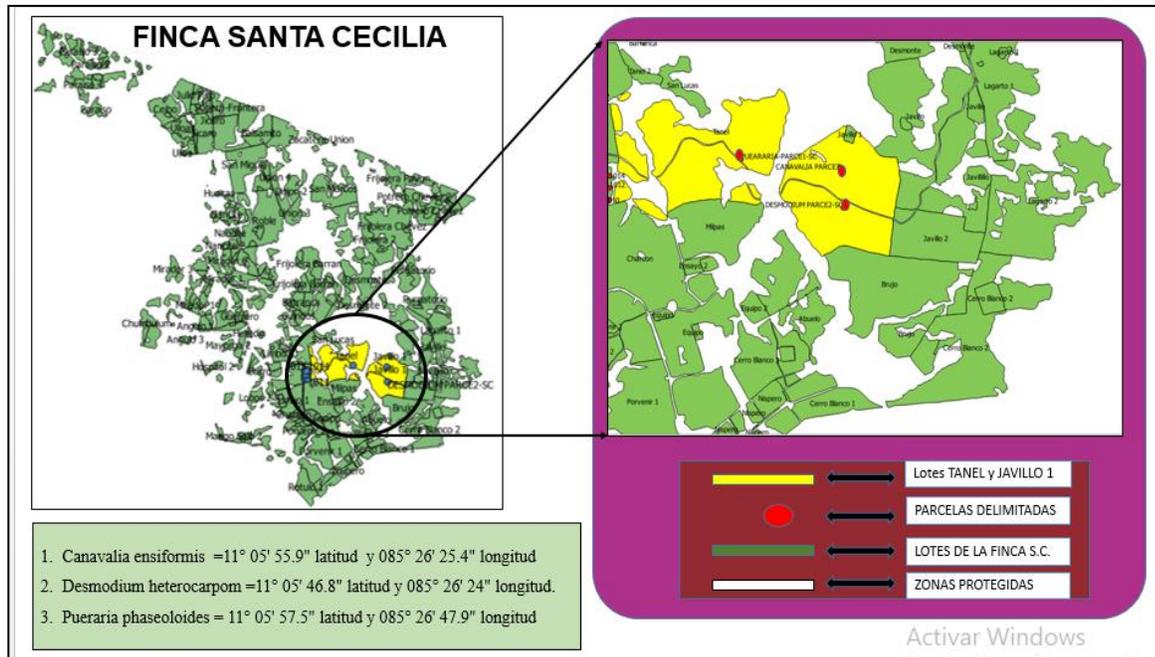
Micaela, P. (21 de agosto de 2013). *Pueraria phaseoloides*. Recuperado el 13 de febrero de 2019, de Notanica y jardines.com: <http://www.botanicayjardines.com/pueraria-phaseoloides/>

Mostacedo, & Fredericksen. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal (en línea)*. Obtenido de Ed. D Nash. BOLFOR.: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>

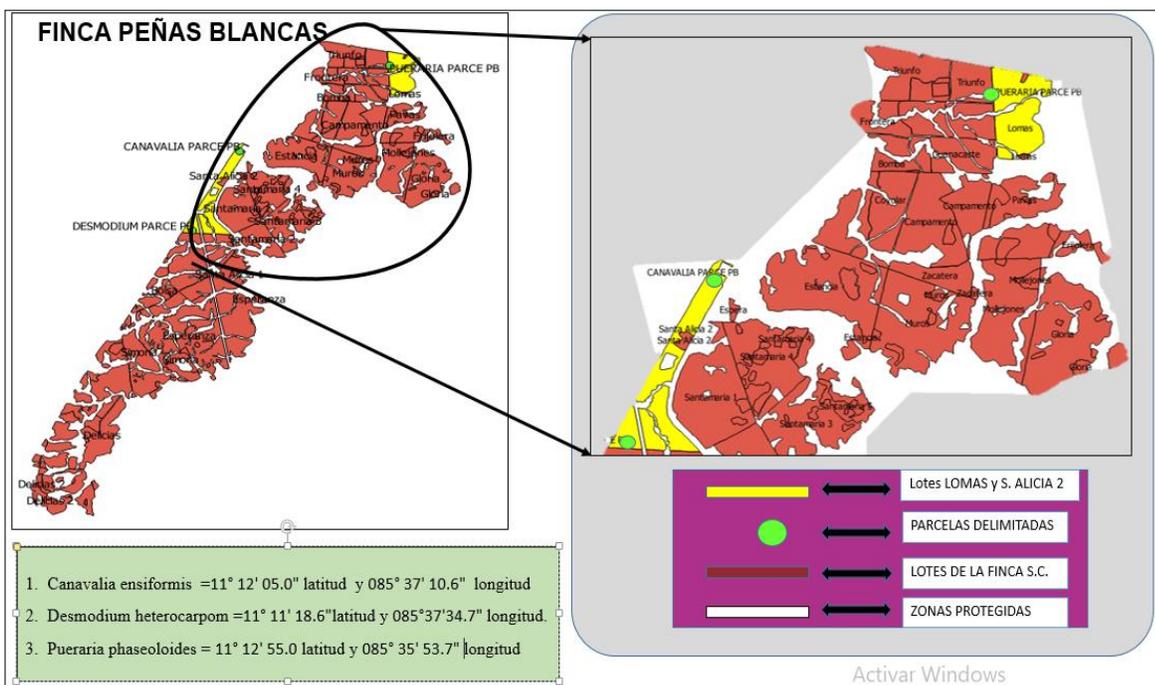
- Novelteak CR. (26 de Agosto de 2019). informacion metereologica de las fincas NTCR. liberia, Guanacaste, Costa rica.
- Palomo, J. (Enero de 2015). *Nodulos*. Recuperado el 11 de febrero de 2020, de UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI - UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3526/1/T-UTC-00802.pdf>
- Pérez, R., Rincon, A., & Schmidt, A. (2002). *cultivar maquenque, (Desmodium heterocarpon (L.) DC. subsp. ovalifolium)*. villavicencio: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Recuperado el 13 de febrero de 2019
- Pound, B. (11 de febrero de 2019). *Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América*. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de Natural Resources Institute, Chatham, Kent: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Pound7.htm>
- Reynoso, V. (27 de abril de 2016). *Via Organica*. Recuperado el 17 de enero de 2019, de leguminosas, regeneracion para el suelo: <https://viaorganica.org/15451-2/>
- Rodriguez, P. H. (diciembre de 2017). *INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA*. Recuperado el 08 de Junio de 2020, de EFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROL DE ARVENSES EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO, EN PLANTACIONES DE TECA, *Tectona grandis* (L.f.): <https://core.ac.uk/download/pdf/153541486.pdf>
- Torres, N. (29 de enero de 2019). antecedentes de novelteak. (W. Rosales, Entrevistador) Recuperado el 29 de enero de 2019
- Tropical forrajes. (s.f). *Desmodium heterocarpon*. Recuperado el 13 de febrero de 2019, de Tropical forrajes: <http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Desmodium%20heterocarpon.htm>
- Tropicales, O. I. (25 de marzo de 2019). *Teca, Teak (Tectona grandis)*. Recuperado el 28 de marzo de 2019, de ITTO: <http://www.tropicaltimber.info/es/specie/teca-tectona-grandis/>
- Umaña, E. M. (2012). *estimacion de la extraccion de nutrimentos por parte aerea en plantaciones de teca (Tectona grandis Linn.f) de las empresas panamerican woods y CYM investmant Group Ltda. en la peninsula de nicoya, guanacaste, Costa Rica*. Nicoya: Universidad de Costa Rica Facultad de Ciencias Agroalimentarias Escuela de agronomía. Recuperado el 11 de diciembre de 2018
- Vinueza, M. (9 de julio de 2012). *ecuadorforestal*. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de Ficha Técnica Nº 1: TECA: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-1-teca/>

X. ANEXO

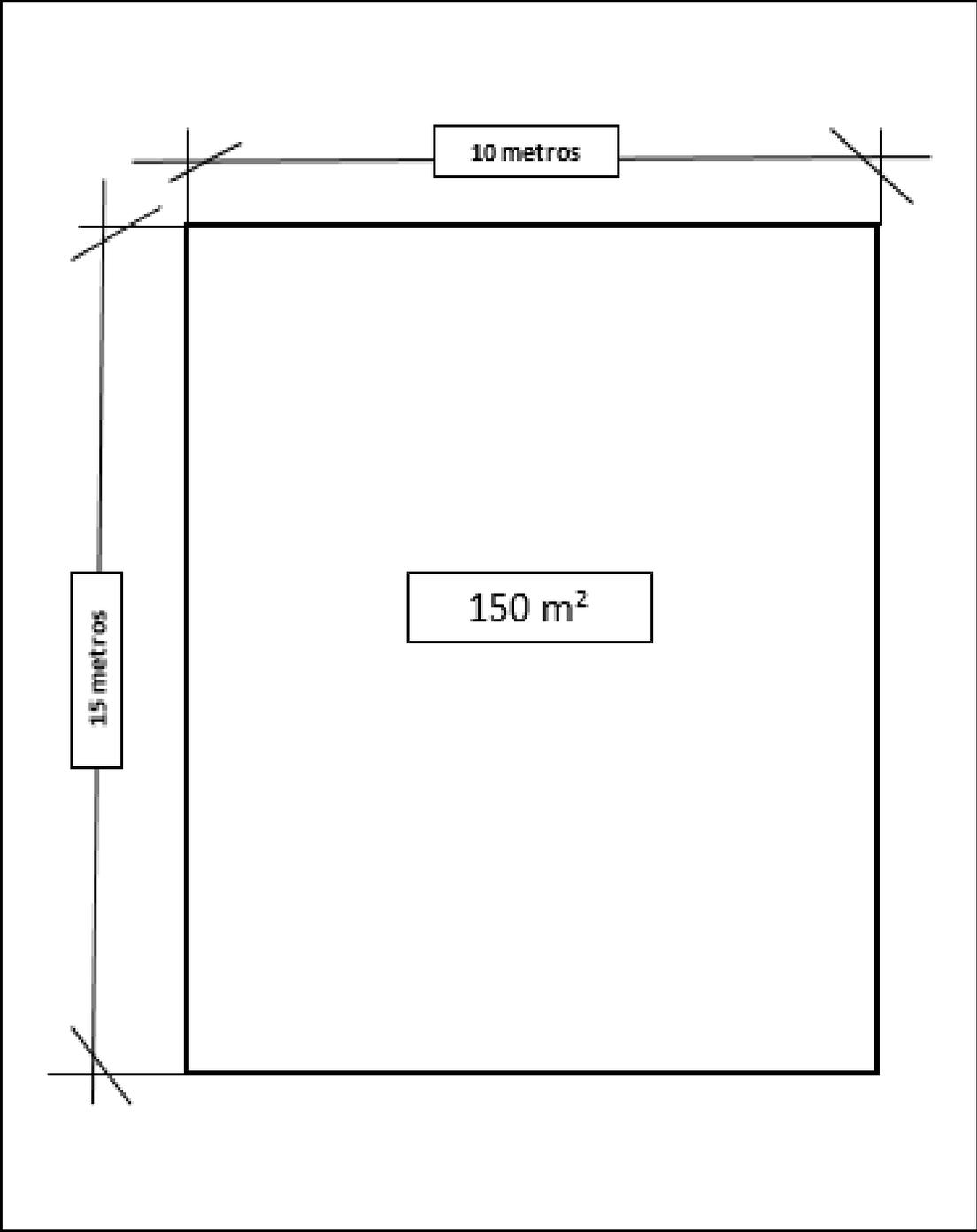
Anexo 1. Mapa finca Santa Cecilia.



Anexo 2. Mapa finca Peñas Blancas.



Anexo 3. Parcela experimental.



Anexo 4. Estimación de la altura de las leguminosas, cobertura vegetal y composición botánica.

Finca: _____

Lotes: _____

Fecha: _____

SITIO	TIPO DE LEGUMINOSA	AREA ESTUDIADA (m ²)	ALTURA (cm)	COBERTURA VEGETAL (0—100%)	COMPOSICION BOTANICA (0- 100%)					TOTAL
					Leguminosa	Hoja , ancha	Gramínea	Hojarasca	Bejuco	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

OBSERVACIONES: _____

Anexo 5. Longitud y número de nódulos de las raíces de las leguminosas.

Finca: _____

Lotes: _____

Fecha _____

ESPECIE LEGUMINOSA	RAICES (cm)		NÓDULOS	TAMAÑO DE LOS NÓDULOS			COLOR DE LOS NÓDULOS			DISTRIBUCIÓN DE LOS NÓDULOS	
	Primaria	lateral	Nº de nódulos	Pequeños	Medianos	Grandes	rojo-morado-rosado	verde -grisáceo-marrón	Blancos	Raíz primaria	Raíces laterales

OBSERVACIONES: _____

Anexo 6. Tipo y cantidad de macrofauna.

Finca: _____

Lotes: _____

Fecha: _____

Parcela / sitio	MACRO FUANA PRESENTE EN LAS PARCELAS												
	Detritívoros				Omnívoros	Herbívoros			Depredadores			Otros no identificados	Total de organismos
	Lombriz	Mil pies	Caracol	Termitas	Hormigas	Chinches	Salta hojas	Arañas	Cien pies	Escarabajos			
Ca, sitio 1													
Ca, sitio 2													
Ca, sitio 3													
<i>Promedio de organismos por parcela</i>													
Dm sitio 1													
Dm sitio 2													
Dm sitio 3													
<i>Promedio de organismos por parcela</i>													
Pr sitio 1													
Pr sitio 2													
Pr sitio 3													
<i>Promedio de organismos por parcela</i>													
<i>Promedio de organismos por finca</i>													

OBSERVACIONES: _____

