

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



BRENNER DIMITRI PINTO VELÁSQUEZ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**INVENTARIO DE ESPECIES ARVENSES EN LOS AGRO SISTEMAS DE CAFÉ,
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA EL CARMEN, SANTA CRUZ
NARANJO, SANTA ROSA, GUATEMALA. C.A.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

POR

BRENNER DIMITRI PINTO VELÁSQUEZ

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR EN FUNCIONES
Maestro Walter Ramiro Mazariegos Biolis

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL PRIMERO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	B. Carmen Aracely García Pirique
VOCAL QUINTO	P. Agr. Maynor Fernando Almengor Órenos
SECRETARIO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2022

Guatemala, octubre del 2022

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

**INVENTARIO DE ESPECIES ARVENSES EN LOS AGRO SISTEMAS DE CAFÉ,
DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA FINCA EL CARMEN, SANTA CRUZ
NARANJO, SANTA ROSA, GUATEMALA. C.A.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los aspectos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

BRENNER DIMITRI PINTO VELÁSQUEZ

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Padre celestial, proveedor y amoroso, gracias por permitirme culminar una etapa importante en mi vida.
- A MIS PADRES:** German Longinos Pinto Martínez, Adilis Micela Velásquez Herrera: por su apoyo incondicional y ser de gran ejemplo como profesionales, demostrando la calidad de persona que son en todos los ámbitos y circunstancias de la vida, eternamente agradecido con ustedes, ¡los amo!
- A MI HIJA:** Linda Montserrat, mi tesoro más grande, amor de mi vida, te amo. Que sirva de ejemplo y motivación para tu vida.
- A MIS ABUELOS:** Irene Herrera Herrera (Q.E.P.D.), Humberto Vladimiro Pinto (Q.E.P.D.), Elsa Martínez (Q.E.P.D.), Amalio Conrado Velásquez (Q.E.P.D).
- A MIS HERMANOS:** German Humberto y Mitzi Celia María, mi cariño, amor y respeto para ustedes siempre.
- A MIS SOBRINOS:** Que sea de ejemplo y motivación para sus vidas, ¡los amo!
- A MIS PRIMOS:** Gracias por su amor y cariño, en especial a Jhenny, Carlitos, Paulo y Jimmy.
- A MIS TIOS:** Con cariño sincero en especial a: Carlos Humberto Pinto “Papito Cali” (Q.E.P.D), Byron Herrera, Walter Velásquez y José Antonio López “tío Tono”.
- A MIS AMIGOS:** Javier D.(chola), Marco Hip, Marcel G., R Longo, Pasaco, Cochito, Lili L. Cesia F., Fernando P.(X), Napo, Antonio C. (Dexter), Luis M. (Pollo), Santiago M., Miguelón, Cristian R. (Enzo). Por esos inolvidables momentos en la facultad.

Eduardo Ramos, Mónica Sactíc., William Velásquez,
compañeros de EPS.

Rolando García (kuno), William Arriola, José Antonio López,
Julio Aragón, gracias por esa amistad fraternal.

Mario Ubeda (Camello) y Palmira Madrid, amigos de infancia.

A LA ESTUDIANTINA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Y mis grandes amigos tunos en especial: Eduardo (cuache
marimba), Ermi, Fernando B.(negrete), Nery, Chito, Rafita,
Chepe, Mayra, Jenny, Loren y Vicky los llevo en mi corazón.

A LA SELECCIÓN DE FUTBOL DE AGRONOMÍA:

Agronomía "A" y Agronomía "B"

Por esas vivencias incomparables y disfrutar de los triunfos y
alegrías que nos regala el futbol.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

A DIOS:

Por darme la sabiduría en mi vida.

A GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudio, alma mater.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por los conocimientos y formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Alma mater, grande entre las grandes, Id y enseñad a todos.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA:

Bendita facultad, por brindarme los conocimientos necesarios para ser un profesional de las ciencias agrícolas.

A MI ASESOR:

Ing. Agr. Manuel Martínez. Por su aporte y conocimiento para esta investigación.

A MI SUPERVISOR:

Dr. David Monterroso Salvatierra. Por su aporte de conocimiento y anuencia a colaborar y apoyarme en las distintas etapas de la supervisión.

A LOS PROFESIONALES

Inga. Agr. Paola Ochoa Bautista e Ing. Agr. Alejandro Gil, por su apoyo incondicional y aporte de conocimiento científico para la realización de esta investigación.

A LA FAMILIA MORALES DEL CID:

En especial a don Iván Morales y el Ing. Agr. Iván Morales, por su apoyo desinteresado e incondicional, estoy muy agradecido con ustedes.

A LA FINCA EL CARMEN

Por abrirme las puertas de sus instalaciones y facilitarme las gestiones y procesos para la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	ix

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE CAFÉ EN FINCA EL CARMEN MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

1.1. PRESENTACIÓN	1
1.2. Marco referencial	2
1.2.1. Antecedentes del municipio de Santa Cruz Naranjo.....	2
1.2.2. Ubicación y localización geográfica	2
1.2.3. División político-administrativo y micro regionalización	4
1.2.4. Condiciones climáticas	4
1.2.5. Zonas de vida	9
1.2.6. Vías de comunicación terrestre	9
1.2.7. Economía y producción	9
1.3. OBJETIVOS	11
1.3.1. Objetivo General.....	11
1.3.2. Objetivos Específicos	11
1.4. METODOLOGÍA	12
1.4.1. Fase de gabinete	12
1.4.2. Fase de campo	12
1.4.3. Fase de gabinete final	13
1.5. RESULTADOS.....	14

1.5.1. Identificar y actualizar el mapa de las nuevas áreas productivas del cultivo de café en la finca el Carmen	14
1.5.2. Identificar los principales problemas que afecta a la finca El Carmen.	15
1.6. CONCLUSIONES.....	16
1.7. RECOMENDACIONES	17
1.8. BIBLIOGRAFÍA	18
1.9. ANEXOS	19

CAPÍTULO II

INVENTARIO DE ESPECIES ARVENSES EN LOS AGRO SISTEMAS DE CAFÉ, FINCA EL CARMEN, SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA, GUATEMALA. C.A.

1. INTRODUCCIÓN	20
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1. Marco conceptual	22
2.1.1. Origen de las arvenses	22
2.1.2 Plantas arvenses	22
2.1.3. Generalidades sobre arvenses	23
2.1.4 Las arvenses en el agrosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales	23
2.1.5. Las arvenses y su impacto en la agricultura	24
2.1.6. Pérdidas ocasionadas por arvenses	25
2.1.7. Clasificación taxonómica del café	25
2.1.8. Importancia de las arvenses en el café.....	26
2.1.9. Especies y variedades del cafeto.....	26
2.1.10. Principales variedades del café cultivadas en Guatemala	26

	Página
2.1.11. Plagas del cafeto	27
2.1.12. Enfermedades del cultivo de café	27
2.1.12. Área mínima de una comunidad vegetal.....	28
2.1.13. Método relevé	28
2.1.14. Diversidad biológica en comunidades ecológicas.....	33
2.2. Marco referencial	37
2.2.1. Ubicación geográfica y político - administrativa del área de estudio.....	37
2.2.2 Suelo.....	38
2.2.3. Clima y zona de vida.....	39
2.2.4. Hidrología	39
2.2.5. Inventario de arvenses en el cultivo de café	40
3. OBJETIVOS.....	43
3.1. Objetivo general.....	43
3.2. Objetivos específicos	43
4. METODOLOGÍA.....	44
4.1. Identificación botánica de las especies arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.) de finca El Carmen	44
4.2. Determinación del grado de importancia de las arvenses dentro del agrosistema de café (<i>Coffea arabica</i> L) en finca El Carmen	44
4.3. Determinación de la alfa y beta diversidad de especies en la plantación de café....	51
4.3.1. Índice de Simpson	51
4.3.2. Índice de Shannon-Wiener	51
4.3.4. Índice de uniformidad de Pielou.....	51
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53

Página

5.1. Identificación botánica las especies de arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.) en finca El Carmen	53
5.1.1. Identificación de la flora	53
5.2. Grado de valor de importancia de las arvenses dentro del agrosistema de café (<i>Coffea arabica</i> L.) en finca El Carmen	58
5.3. Determinación alfa y beta diversidad de arvenses en la plantación de café	60
6. CONCLUSIONES	63
7. RECOMENDACIONES.....	64
8. BIBLIOGRAFÍA.....	65
9. ANEXOS	67

CAPÍTULO III

SERVICIOS PRESTADOS A LA FINCA EL CARMEN, SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A

3.1 PRESENTACIÓN.....	69
3.2. SERVICIO 1. MEDICIÓN DE LAS PARCELAS QUE COMPONEN LA FINCA EL CARMEN	70
3.2.1. OBJETIVOS.....	70
3.2.2. METODOLOGÍA	70
3.2.3. RESULTADOS.....	71
3.2.4. EVALUACIÓN.....	76
3.3. SERVICIO 2. ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN LA FINCA EL CARMEN.....	77
3.3.1. OBJETIVOS.....	77
3.3.2. METODOLOGÍA	77

	Página
B. Fase de gabinete.....	79
3.3.3. RESULTADOS.....	80
3.3.4. EVALUACIÓN.....	87
3.4. SERVICIO 3. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO DE FINCA EL CARMEN...	88
3.4.1. OBJETIVOS.....	88
3.4.2. METODOLOGÍA	88
3.4.3. RESULTADOS.....	89
3.4.4. EVALUACIÓN.....	90
3.5. Bibliografía	91
3.6 ANEXOS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación geográfica Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa.....	3
Figura 2. Mapa climatico del departamento de Santa Rosa.....	6
Figura 3. Mapa geológico del departamento de Santa Rosa	7
Figura 4. Mapa de cuencas del departamento de Santa Rosa.....	8
Figura 5. Comparación de mapa de la finca el Carmen y sus nuevas áreas.	14
Figura 6A. Visita a la finca El Carmen municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.....	19
Figura 7. Disposición espacial de las unidades por el método de relevé para determinar el área mínima de muestreo.....	30
Figura 8. Mapa de ubicación geográfica de finca El Carmen.	38
Figura 9. Climadiagrama de Barberena, Santa Rosa.....	42
Figura 10. Determinación del tamaño de parcela por el método gráfico en el área de la parcela 1.....	46
Figura 11. Determinación del tamaño de parcela por el método gráfico en el área del Manzanero.....	47
Figura 12. Determinación del tamaño de parcela por el método gráfico en el área del Higuerillal.....	48
Figura 13. Mapa de parcelas de muestreo para la determinación del valor de importancia de arvenses.	50
Figura 14. Clúster de la distribución en relación con la similitud de especies entre sitios..	55
Figura 15. Clúster de la identificación de cuatro grupos por similitud de sitios	56
Figura 16. Clúster de las especies de arvenses del agrosistema de finca El Carmen.	57
Figura 17A. Colecta de muestras en el campo y prensado.....	67
Figura 18A. Área de muestreo.	67
Figura 19A. Determinacion botánica de las especies arvenses.	68
Figura 20. Mapa de ubicación de la finca El Carmen.	71
Figura 21. Mapa del parcelamiento de la finca El Carmen en el año 2015.	74
Figura 22. Mapa del parcelamiento de la finca en el año 2018.	75

	Página
Figura 23. Mapa de pendientes de finca El Carmen.	83
Figura 24. Mapa de profundidad efectiva del suelo de finca El Carmen.	84
Figura 25. Mapa de capacidad de uso de la tierra de finca El Carmen.	85
Figura 26. Mapa de intensidad de uso de la tierra de finca.	86
Figura 27. Resultados del laboratorio de suelos.	90
Figura 28A. Uso del GPS en la finca el Carmen	92

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Matriz de jerarquización de problemas de la finca El Carmen.	15
Cuadro 2. Clasificación botánica del café.	25
Cuadro 3. Principales variedades de café cultivadas en Guatemala.	27
Cuadro 4. Boleta de campo para la estimación del área mínima de muestreo.	28
Cuadro 5. Descripción de códigos de la tabla de registro.	29
Cuadro 6. Inventario de las arvenses predominantes en el cultivo de café.	41
Cuadro 7. Datos climáticos mensuales de Barberena, Santa Rosa.	42
Cuadro 8. Datos recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses en la Parcela 1.	45
Cuadro 9. Datos recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses en el Manzanero.	46
Cuadro 10. Datos recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses en el Higuerillo.	47
Cuadro 11. Especies arvenses localizadas en finca El Carmen.	54
Cuadro 12. Valor de importancia de las especies de arvenses del agro sistema de finca El Carmen.	59
Cuadro 13. Cuadro auxiliar para el cálculo de la biodiversidad alfa.	60
Cuadro 14. Índices de alfa - diversidad.	61
Cuadro 15. Índice de sorensen comparando cada parcela muestreada.	62
Cuadro 16. Superficie abarcada por las parcelas de la finca El Carmen.	72
Cuadro 17. Pendientes de la finca El Carmen.	81
Cuadro 18. Profundidad efectiva del suelo de finca El Carmen.	81
Cuadro 19. Capacidad de uso de la tierra de finca El Carmen.	81
Cuadro 20. Intensidad de uso de la tierra de finca El Carmen.	82

RESUMEN

El presente trabajo de graduación está conformado por tres componentes: el diagnóstico, la investigación y los servicios, los cuales se llevaron a cabo en la finca El Carmen del municipio de Santa Cruz el Naranjo, del departamento de Santa Rosa. Desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante el periodo de práctica de agosto del 2017 a mayo del 2018.

El diagnóstico se realizó con el objetivo de identificar y actualizar el mapa de las nuevas áreas de producción del cultivo de café y así mismo, identificar los principales problemas que afectan a la finca El Carmen, el diagnóstico se realizó en el municipio de Santa Cruz Naranjo del departamento de Santa Rosa. Con ayuda de las personas colaboradoras de la finca, se recopiló información y como logro la actualización del mapa con tres áreas nuevas que corresponden al número de parcela 29, 30 y 30 haciendo un total de 91.97 ha en la finca El Carmen para la producción café, donde el principal problema identificado fue la falta de conocimiento de las arvenses dentro de la finca.

En el capítulo II se presenta la investigación sobre el inventario de especies arvenses en los agro sistemas de café, finca El Carmen, Santa Cruz Naranjo en el departamento de Santa Rosa. Donde el cultivo de café es afectado por una serie de factores que limitan su rendimiento y por consiguiente su rentabilidad. Uno de estos factores los constituye las especies arvenses por lo que las poblaciones de este tipo de especies causan problemas grandes en el cultivo; por lo que la presente investigación consistió en realizar un inventario de especies arvenses en los agro sistemas de café y determinar su valor de importancia.

Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron; a) Se logró identificar botánicamente 15 especies de arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café, b) El valor de importancia de las especies arvenses fue *Commelina difusa* siendo la especie que presenta el mayor valor y c) Los coeficientes de alfa-diversidad determinados indican que la población de arvenses tiende a la uniformidad pese a la dominancia de *C. difusa*.

Esto se debe a que no se observa un patrón bien definido en la dominancia de las demás arvenses.

En la finca el Carmen se realizaron tres servicios los cuales consistieron en medición, elaboración y toma de muestras de suelo para su análisis donde el primer servicio consistió en la medición de las parcelas que actualmente componen la finca, logrando identificar cada mojón, lindero y colindancia de la finca y midiendo su ubicación geoespacial con la ayuda de un dispositivo GPS, el segundo servicio fue la elaboración de un estudio de capacidad de uso de la tierra en la finca El Carmen y como resultado se logró la incorporación de mapas al modelo de presentación de los ECUT y el tercer servicio consistió en la toma de muestras y análisis de la fertilidad de suelos con el fin de realizar recomendaciones correctivas sobre el tema.



CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE CAFÉ EN
FINCA EL CARMEN MUNICIPIO DE SANTA CRUZ NARANJO, DEPARTAMENTO DE
SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

1.1. PRESENTACIÓN

El café es el tercer cultivo más importante en Guatemala, aporta el 6 % (624.165 millones de U.S. \$) del valor de Free on Board con sus siglas en inglés (FOB) de las exportaciones en el país, (BANGUAT, 2016), La parte alta del departamento de Santa Rosa se encuentra ubicada entre 800 m s.n.m a 1,800 m s.n.m donde se encuentra tierra fértil apta para el cultivo de café, lo cual la hace poseer las características propias para obtener mayor producción de café tipo duro y estrictamente duro.

El diagnóstico se realizó en la finca El Carmen en el municipio de Santa Cruz Naranjo, del departamento de Santa Rosa en el período de agosto del 2017 a mayo del 2018, donde se recopiló información relacionada a las actividades dentro de la finca y el cultivo de café. En la actualidad la finca se encuentra destinada al cultivo de café, realizando los procesos del cultivo desde la producción de plantilla, siembra, manejo, cosecha y beneficiado ya que cuenta con su propio beneficio, hasta el momento de la exportación.

Como logro obtenido del diagnóstico, se identificaron nuevas áreas dentro de la finca que no se encontraban identificadas en el mapa anterior, las cuales fueron la parcela 29, 30 y 30 logrando realizar un nuevo mapa con las áreas delimitadas y a su vez se identificaron los principales problemas con que cuenta la finca; detectando poblaciones altas de arvenses y organización dentro de la finca.

1.2. Marco referencial

Información general de la finca El Carmen, ubicada en aldea El Carmen perteneciente al municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.

1.2.1. Antecedentes del municipio de Santa Cruz Naranjo

En el pasado, tanto la aldea Santa Cruz Naranjo como otras, pertenecían al entonces municipio de Santa Rosa (hoy Santa Rosa de Lima), hasta que por acuerdo gubernativo del 2 de junio de 1910 se creó el municipio: "Vista la solicitud presentada por las autoridades y vecinos de la aldea de Santa Cruz Naranjo, del departamento de Santa Rosa, contraída a que se le erija en municipio independiente de Santa Rosa; y resultando que se han cumplido los trámites legales en el expediente respectivo, reuniéndose las condiciones requeridas para dictar resolución de conformidad, –Por Tanto, –El Presidente Constitucional de la República, –Acuerda: –Que se establezca el nuevo municipio con la jurisdicción que sigue: Santa Cruz Naranjo, Trapichito, Brito, Potrerillos, Teocinte, Carrizal y Pitillo. La Jefatura Política departamental dictará las disposiciones consiguientes al cumplimiento de este acuerdo (SEGEPLAN, 2010).

1.2.2. Ubicación y localización geográfica

El municipio de Santa Cruz Naranjo se encuentra ubicado al norte del departamento de Santa Rosa. Se encuentra delimitado al norte con el municipio de Santa Rosa de Lima con el río Las Cañas de por medio, al este con el municipio de Nueva Santa Rosa, al sur con el municipio de Barberena (los anteriores pertenecientes al departamento de Santa Rosa) y al oeste con el municipio de Fraijanes, Depto. de Guatemala. De acuerdo con el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la cabecera municipal del municipio de Santa Cruz Naranjo se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud. 14°23'06" y Longitud 90°22'15"; su altura de 1,170 m s.n.m ubicada frente a la iglesia católica (SEGEPLAN, 2010).

La extensión territorial de este municipio es relativamente pequeña, de apenas 97 km cuadrados enclavados en una topografía muy irregular que va desde bajíos a 1,000 m s.n.m en las cercanías a aldea Potrerillos y río Las Cañas; hasta altitudes de 1,755 m s.n.m cerca de los límites con el municipio de Fraijanes (Guatemala); donde no existen ni valles ni praderas característicos. La cabecera municipal dista 12 km de la ciudad de Barberena, 22 de la de Cuilapa (cabecera departamental) y 66 de Guatemala capital, finca El Carmen se encuentra ubicada en aldea El Carmen (SEGEPLAN, 2010).



Fuente: Cooperativa El Recuerdo, Planificación Territorial 2010.

Figura 1. Ubicación geográfica Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa.

Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) el municipio tiene una extensión territorial de 97 km², mientras que el Instituto de Estadística (INE) le atribuye una extensión de 57.9 km². El área total de Finca El Carmen es de 896,000 m² (2 caballerías)

1.2.3. División político-administrativo y micro regionalización

Según acuerdo municipal el municipio de Santa Cruz Naranjo cuenta con 35 lugares poblados distribuidos de la siguiente manera: 1 casco urbano, (dividido en 3 barrios), 9 aldeas, 22 caseríos y 4 fincas. El mapa número 1 nos muestra la ubicación del municipio y sus microrregiones, dentro de las cuales en aldea El Carmen se encuentra ubicada la Finca El Carmen. Las 28 principales fincas son: Las Brisas, La Esmeralda, San Fernando, San Luís, Las Mercedes, El Carmen, El Naranjito, Las Joyas, Playa Linda, Buena Vista, Cerro Alto, Las Margaritas, Palo Galán, El Llanito, Los Portales, El Bosque, El Trapichitos, El Zarzal, Los Padilla, El Silencio, Brito, Palo Blanco y La Reformita (SEGEPLAN, 2010).

1.2.4. Condiciones climáticas

A. Clima

De acuerdo con la clasificación Thornthwaite, el área urbana del municipio y sus alrededores se ubica en la clase semicálida, en el que ocurren variaciones en la temperatura de 25 °C a 34 °C, el invierno se considera benigno, siendo la vegetación predominante los bosques húmedos y las fincas cafeteras (Figura 2) (INE, 2002).

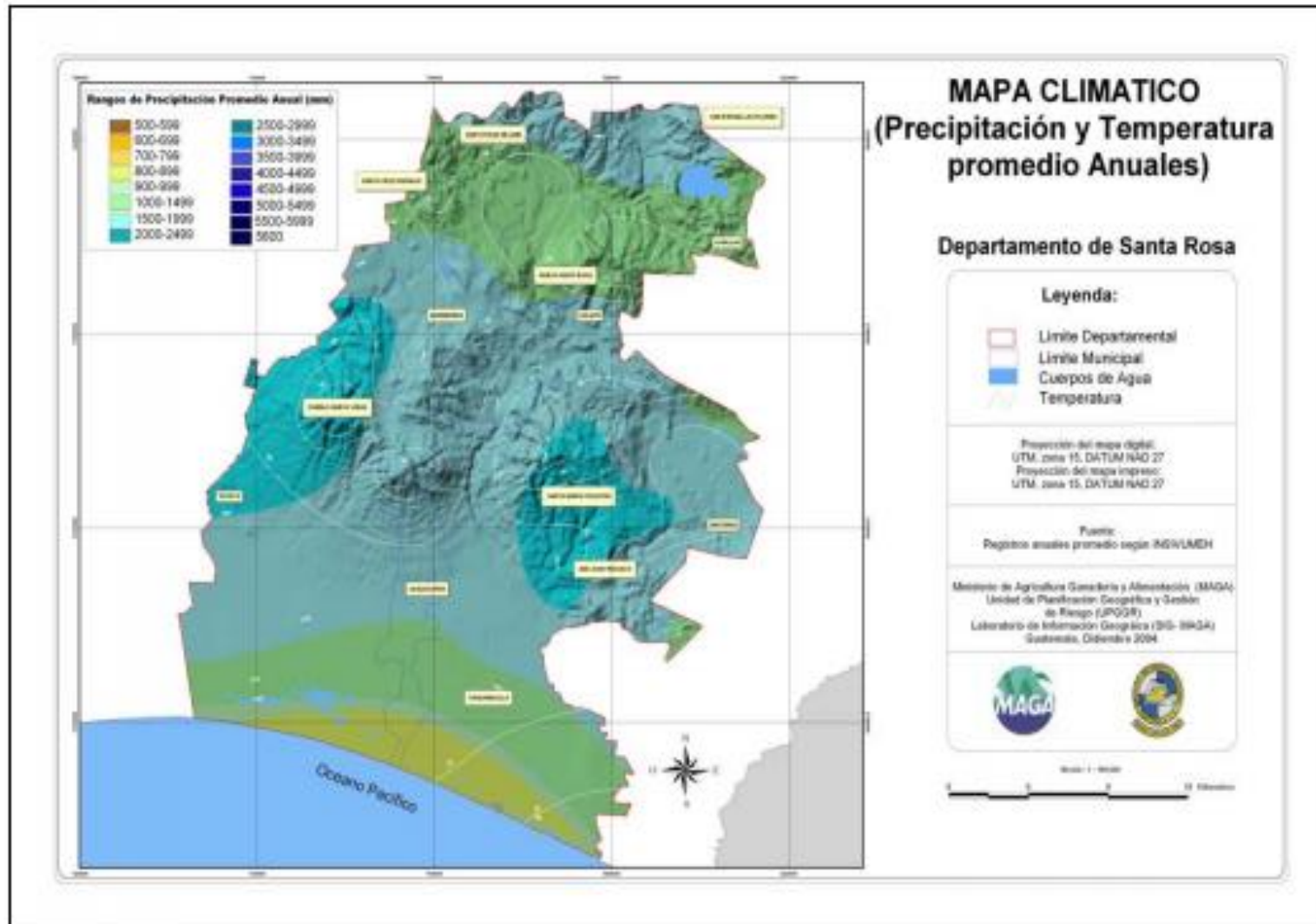
B. Geología

De acuerdo con la clasificación realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el suelo del municipio aparecen tres tipos: Qv, Qp y Tv. Principalmente designados como suelos cuaternarios (Figura 3) (INE, 2002).

C. Hidrografía

El sistema hidrográfico de Guatemala está compuesto principalmente por tres regiones, las cuales son: la cuenca del Océano Pacífico, la del Atlántico nororiental y la del Golfo de México. El municipio de Santa Cruz Naranjo se ubica completamente en la región del

Pacífico, particularmente dentro de la cuenca del río Los Esclavos el cual nace con el nombre de Río Grande en jurisdicción del municipio de Mataquescuintla (Jalapa); en su curso recibe afluentes de otros ríos y riachuelos como San Antonio, Los Achiotes, Pinula, Molino, Margaritas y Las Cañas -que sirve de límite municipal entre Santa Cruz Naranjo y Santa Rosa de Lima-. También comparten con el municipio de Barberena al lago de El Pino (Figura 4) (INE, 2002).



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Figura 2. Mapa climático del departamento de Santa Rosa.

Figura 3. Mapa geológico del departamento de Santa Rosa



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

Figura 4. Mapa de cuencas del departamento de Santa Rosa.

1.2.5. Zonas de vida

Se le llama zona de vida a la unidad climática natural en que se agrupan diferentes asociaciones correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad. Se basa en el sistema de clasificación de HOLDRIDGE. El municipio de Santa Cruz Naranjo y sus comunidades se ubican casi en su totalidad, según esta clasificación, en la zona bh-S(t) denominada bosque húmedo subtropical templado; el cual cubre desde Joyabaj (Quiché) hasta la meseta central, pasando por San Raymundo (Guatemala), sureste de Santa Cruz Naranjo, parte norte de Jutiapa, sur de Jalapa y Chiquimula; parte de Zacapa e Izabal. La parte sur se encuentra dentro de una zona de clasificación bmh-S(c) que significa bosque muy húmedo subtropical cálido; esta zona cubre cerca del 50 % del departamento de Santa Rosa. (Cruz,1976).

1.2.6. Vías de comunicación terrestre

El departamento de Santa Rosa que, aunque posee gran cantidad de caminos y carreteras, la mayoría de éstos son rústicos y carreteras no pavimentadas. Las principales carreteras pavimentadas son la CA-1 oriente, la CA-2 oriente y la RD-9, ésta última comunica a partir de la CA-1 a la altura de la ciudad de Barberena, a todos los municipios del norte del departamento, incluyendo el municipio de Santa Cruz Naranjo dentro del cual atraviesa la RD-3 Sta. Rosa.

1.2.7. Economía y producción

La principal actividad económica es el cultivo de café que lo demuestra en sus 28 fincas registradas en ANACAFE; culturalmente se observa una entrega y dedicación casi absoluta a este cultivo; para lo cual se han construido muchos beneficios que procesan en grano maduro y producen pergamino o grano oro. Además del café también se cultiva en menores cantidades el maíz, frijol, legumbres, frutas y otros de menor cuantía. La actividad pecuaria también ha tenido cierto auge en los últimos años, representándose esta actividad en la

crianza de ganado vacuno, caballar, caprino, porcino, avícola y hasta piscicultura. También existen pequeñas industrias aún en crecimiento como la de calzado, textiles y otras manualidades de tipo agroindustrial, por lo que se ha organizado una cooperativa en la aldea El Teocinte. Al presente muchos jóvenes viajan a trabajar a fábricas de textiles (maquilas) a la ciudad capital, también lo hacen albañiles y de servicios domésticos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Diagnosticar la situación actual del sistema productivo del cultivo de café en finca El Carmen municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Identificar y actualizar el mapa de las nuevas áreas productivas del cultivo de café en la finca el Carmen.
2. Identificar los principales problemas que afecta a la finca El Carmen.

1.4. METODOLOGÍA

Para la recopilación de información y de datos contenidos en el presente informe se desarrollarán las siguientes actividades:

1.4.1. Fase de gabinete

Se realizó una recopilación de información bibliográfica para la ubicación de las áreas de producción, características climatológicas y geográficas de la región para la interpretación de los datos obtenidos, por medio de visitas a instituciones y documentos elaborados por el personal administrativo, obtención de información secundaria.

1.4.2. Fase de campo

Durante el transcurso de esta fase, la cual se llevó a cabo durante la primera y segunda semana del programa EPS se efectuó un reconocimiento visual del entorno y del área que ocupa la finca con el fin de identificar las condiciones climáticas y del medio ambiente natural presentes en las mismas.

Se han efectuado recorridos por las instalaciones de las fincas con el propósito de obtener información primaria relacionada a los procesos productivos establecidos, áreas que ocupan dichos procesos, límites y colindancias, recursos humanos, recursos tecnológicos, recurso hídrico e infraestructura con la que cuentan en la Finca El Carmen.

Se sostuvieron entrevistas y charlas dirigidas tanto al personal administrativo como de trabajo durante la realización de este Diagnóstico, con el fin de recabar información de interés pertinente a actividades productivas, socio - económicas y culturales a realizar dentro de la finca.

1.4.3. Fase de gabinete final

De acuerdo a la información obtenida de la finca y al diagnóstico a elaborar, el análisis de la Información permitió establecer los principales problemas encontrados y los factores que afectan a la finca, y la influencia que estos ejercen sobre el sistema productivo.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Identificar y actualizar el mapa de las nuevas áreas productivas del cultivo de café en la finca el Carmen

El Uso actual de la tierra de la finca, es destinado al cultivo de café con un total de 77.28 ha, además se tiene planificado la siembra de 30,000 plantas de café variedad Sarchimor y Marsellesa, Con esto se tiene estimado realizar una renovación del cultivo la cual es selectiva en figura 5

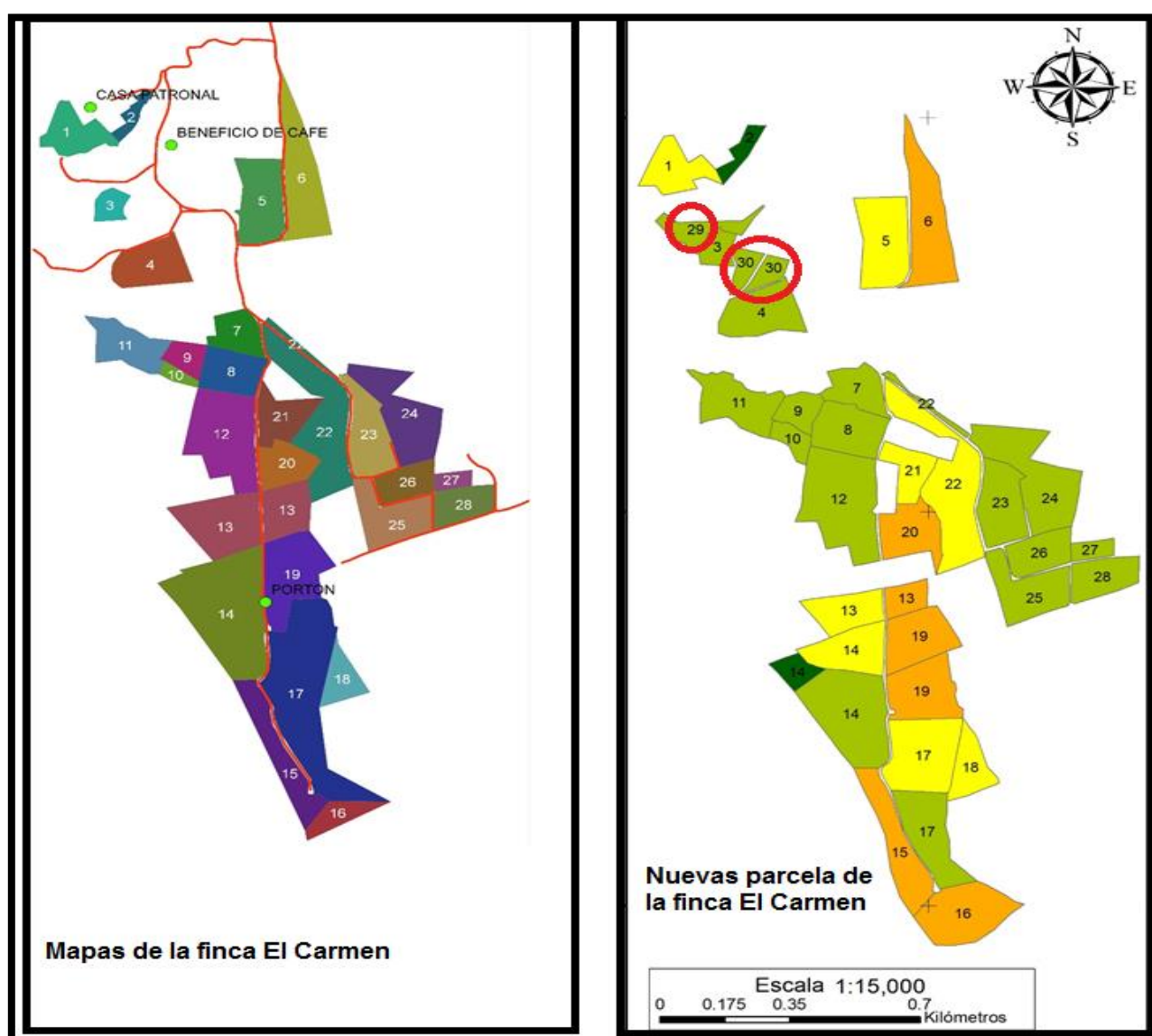


Figura 5. Comparación de mapa de la finca el Carmen y sus nuevas áreas.

En la figura 5 se presenta la comparación de los mapas de la finca, donde el mapa de la finca tenía un total de 89,2 ha cultivadas de café y el mapa de las nuevas áreas donde la parcela 29, 30 y 30 con 2.77 ha nuevas haciendo un total de 91.97 ha en la finca El Carmen.

1.5.2. Identificar los principales problemas que afecta a la finca El Carmen.

Cuadro 1. Matriz de jerarquización de problemas de la finca El Carmen.

Problemas	Criterios				
	Afecta el resultado final del análisis	Eleva el costo por muestra	Afecta la calidad de resultados	Retrasa la entrega de resultados	Total
Falta de conocimiento de arvenses presentes en la finca.	3	2	2	3	10
Falta de delimitación de nuevas áreas productivas.	2	1	3	1	7
Falta de capacitación al personal de la Finca.	1	1	1	2	5
Falta de organización dentro de la finca.	1	1	1	1	4

1.6. CONCLUSIONES

1. En la identificación y la actualización de las nuevas áreas en la finca El Carmen, se identificaron 3 áreas nuevas que corresponden al número de parcela 29, 30 y 30 haciendo un total de 91.97 ha para la producción café.
2. Los principales problemas que afecta a la finca El Carmen es la falta de conocimiento de las arvenses dentro de la finca, debido que afectan por competencia con la plantilla.

1.7. RECOMENDACIONES

1. La finca debe de realizar constantemente monitoreos de las arvenses para mantener un mejor control.
2. Realizar un análisis más detallado de la estructura organizacional de la finca, para mejorar el manejo de las parcelas.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. Consejo Municipal de Desarrollo & SEGEPLAN. (2010). Plan de desarrollo municipal de Santa Cruz Naranjo. Santa Cruz Naranjo: SEGEPLAN.
2. IARNA-URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). (2018). Ecosistemas de Guatemala basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. Guatemala
3. INE. (2002). Censo XI de población y VI de hectáreasbitacion. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.
4. Simmons, CS; Táranos T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

 *Rolando Barrios*

1.9. ANEXOS



Figura 6A. Visita a la finca El Carmen municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.



CAPÍTULO II

INVENTARIO DE ESPECIES ARVENSES EN LOS AGRO SISTEMAS DE CAFÉ, FINCA EL CARMEN, SANTA CRUZ NARANJO, SANTA ROSA, GUATEMALA. C.A.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que basa su principal actividad económica en la agricultura y uno de los principales cultivos y representativos es el cultivo de café (*Coffea arabica* L.), siendo el mismo un producto de exportación y por tal motivo un manejo adecuado es de suma importancia.

La zona sureste del país se dedica en gran parte al cultivo de café (*Coffea arabica* L.) a gran escala, siendo las arvenses uno de los principales problemas identificados debido al mal manejo y desconocimiento de estas, lo cual conlleva a que se desarrollen interfiriendo directamente en el desarrollo del cultivo de café.

La presente investigación surge de una de las necesidades priorizadas en el diagnóstico realizado en finca El Carmen, dentro del cual se evidencia la carencia de información técnica, científica y actualizada en el tema de especies arvenses presentes en los agro sistemas del cultivo de café de la finca. Dentro de este marco de oportunidad para fortalecimiento y actualización de información científica, surge la necesidad de plantear el tema de investigación propuesto sobre la actualización del inventario de arvenses para dicha finca.

A nivel mundial se considera a las especies arvenses como uno de los problemas más serios en la agricultura (García, 1992). Debido a que el surgimiento e incidencia de éstas durante el crecimiento y desarrollo de los cultivos constituye un aspecto muy importante a considerar en cualquiera de ellos, ya que estas compiten en espacio, luz, nutrientes y agua, además sirven como hospederos de plagas y enfermedades, reducen la cantidad y calidad de las cosechas y conllevan a mayores gastos en trabajos culturales.

El cultivo de café en Guatemala es afectado por una serie de factores que limitan su rendimiento y por consiguiente su rentabilidad. Uno de estos factores los constituye las especies arvenses por lo que las poblaciones de este tipo de especies causan problemas grandes en el cultivo; por lo que la presente investigación consistió en realizar un inventario de especies arvenses en los agros sistemas de café, ubicado en la finca El Carmen, del municipio de Santa Cruz Naranjo, departamento de Santa Rosa.

Los resultados obtenidos de la presente investigación fueron: a) Se lograron identificar botánicamente 15 especies de arvenses presentes en el agro sistema del cultivo de café, b) El valor de importancia de las especies arvenses fue *Commelina difusa*, es la especie que presenta el mayor valor y c) Los coeficientes de alfa-diversidad determinados indican que la población de arvenses tiende a la uniformidad pese a la dominancia de *C. difusa*. Esto se debe a que no se observa un patrón bien definido en la dominancia de las demás arvenses.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Origen de las arvenses

Las arvenses o malezas, históricamente, han sido definidas como “plantas indeseables”, “plantas fuera de lugar”, “plantas con valores negativos”, o “plantas con virtudes que todavía no hemos descubierto”. Tal vez las definiciones de malezas que nos proveen con un marco más ecológico, sin juicios a priori sobre su “bondad o maldad” (criterios antropomórficos que aparecen comúnmente en las definiciones) son aquellas de Brenchley, 1920: “Cualquier planta que no sea el cultivo sembrado” o de Harper “plantas que crecen espontáneamente en un hábitat modificado por la acción humana”.

El hombre empezó a cultivar las especies vegetales para obtener de ellas alimento, vestido o materiales para construir su vivienda, se dio cuenta del perjuicio que ocasionaban ciertas especies que interferían con la producción de sus cultivos primitivos. También indica la parte positiva de las plantas al escribir en su libro que, del número de especies de plantas conocidas, alrededor de 350,000 aproximadamente 30,000 son dañinas en algún grado para el hombre, los animales y las plantas, por tanto, hasta cierto punto pueden estar presentes en el lugar y la calidad y rendimiento del cultivo no va a reducir significativamente (Gómez, 1987).

2.1.2 Plantas arvenses

Una arvense es toda planta que se encuentre en un lugar inapropiado, que por sí misma puede ser en otras situaciones muy valiosa, es decir, ser útiles en ciertas condiciones e indeseables en otros momentos (Baker, 1975).

Las arvenses compiten fuertemente con los cultivos al poseer una profusa producción de semillas, las que tiene alta longevidad y latencia, son resistentes a factores ambientales adversos, sirven de hospedero de plagas y enfermedades, obstaculizan la cosecha y disminuyen la calidad del producto. La competencia más intensa entre las malas hierbas y

las plantas cultivadas se produce cuando los individuos que compiten se semejan más a sus hábitos de desarrollo, métodos de reproducción y demandas del medio (Robins, 1969).

Muchas especies de plantas se les considera arvenses o malas hierbas, cuando estorban, entorpecen o perjudican la producción agrícola y ganadera porque disminuye el rendimiento y la calidad de las especies de cultivo y de las forrajeras. Considera a las arvenses como una planta de crecimiento espontáneo, que comprende, ruderales y pioneras en áreas desnudas en donde se da sucesión subsecuente (Azurdia, 1981).

Las arvenses pueden ser definidas de diferente manera, según la ciencia que las estudie. En criterio agronómico se define como una planta no deseable, que crece en competencia con el cultivo, ajeno al cultivo. La ecología dice que hoy arvenses y botánicamente son plantas que todavía no se les ha dado la oportunidad de ser de alguna utilidad para el hombre (Martínez, 1978).

2.1.3. Generalidades sobre arvenses

El término “malas hierbas” no existe botánicamente. El cual tiene un significado muy relativo, puesto que las plantas que cultivamos pueden ser malas hierbas en ciertas circunstancias, a veces una planta que se cultiva en un sitio no es más que una mala hierba en otro, en general “mala hierba”, es una planta que crece en donde no es deseada (Dávila, 1977).

2.1.4 Las arvenses en el agrosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales

Las arvenses, en el sentido agronómico, representan plantas sin valor económico o que crecen fuera de lugar interfiriendo en la actividad de los cultivos, afectando su capacidad de producción y desarrollo normal por la competencia de agua, luz, nutrientes y espacio físico, o por la producción de sustancias nocivas para el cultivo (Martínez, 1978).

Esto indica que las arvenses representan uno de los problemas severos de la agricultura mundial, ya que su acción invasora facilita su competencia con los cultivos, a la vez que pueden comportarse como hospederas de plagas y enfermedades. Por tal razón, se deben implementar modelos de manejo que disminuyan su interferencia con el cultivo y, de esta forma, evitar el incremento considerable en los costos de producción (Martínez, 1978).

Sin embargo, las arvenses parecen jugar dentro del agrosistema, un papel mucho más importante de lo que hasta hoy se conoce. Un ejemplo demostrado es que muchas de ellas se desarrollan en áreas sometidas a barbecho y sirven para prevenir la erosión del suelo y reciclar sus nutrientes y minerales (Cock, 1996).

2.1.5. Las arvenses y su impacto en la agricultura

En general, las especies consideradas actualmente como arvenses han conducido a los agricultores a la destrucción permanente de la flora herbácea y arbustiva en forma indiscriminada, sin medir beneficios y consecuencias. El tema de las arvenses orienta al agricultor hacia su manejo racional, o sea, el conocimiento de las arvenses benéficas, a las que se les ha llamado “buenazas” en contraposición a su significado negativo (Radosevich, 1997).

Con el manejo adecuado de arvenses, se consigue además la protección de los suelos contra la erosión, la regulación de las aguas de escorrentía, la conservación de la biodiversidad genética y la reducción de los costos de los desyerbes hasta un 85 % (Gómez y Rivera 1995).

El valor de una arvense está determinado incuestionablemente por la percepción de su observador; estas percepciones tienen gran influencia en las actividades humanas dirigidas hacia su manejo (Gómez y Rivera, 1995). Por otra parte, se ha señalado que, desde el punto de vista antropocéntrico, las arvenses se consideran plantas que interfieren de una forma u otra en las actividades del hombre; sin embargo, biológicamente estas tienen un valor incalculable por constituir el eslabón fundamental de todo ecosistema (Gómez y Rivera, 1995).

Dentro de la vegetación silvestre o nativa, se considera maleza (arvense) a aquella planta que en un momento dado puede interferir ya sea alelopáticamente o por competencia por agua, nutrientes, CO₂, O₂ y espacio con un cultivo, afectando económicamente el sistema productivo (Gómez y Rivera, 1995).

2.1.6. Pérdidas ocasionadas por arvenses

La competencia entre las plantas cultivadas y las malas hierbas es una limitante para la producción de cosechas útiles, por lo que se deben efectuar investigaciones que tiendan a estudiar con mayor profundidad las arvenses con el fin de determinar el control más eficiente que proporcione altos rendimientos a bajos costos (Altieri, 1996).

2.1.7. Clasificación taxonómica del café

Según Linneo (1737), clasificó el café en un grupo de plantas afines y creó para él el género *Coffea*. Más tarde, Jussie citado por Monroig (1999) incorporó ese grupo de plantas dentro de la familia. En el cuadro 4 se puede observar la clasificación botánica del cultivo de café.

Cuadro 2. Clasificación botánica del café.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Género	<i>Coffea</i>
Especie	<i>Coffea arabica</i> L

Fuente: Monroig, 1999.

2.1.8. Importancia de las arvenses en el café

El subsistema de arvenses es uno de los componentes más importantes en muchos de los agrosistemas. En el agrosistema, las plantas que crecen sin ser sembradas por el agricultor tienden a competir con los cultivos y producen un efecto negativo; pero en algunos casos, la completa eliminación de estas plantas, puede ser peor que permitir una cierta población de ellas.

El efecto benéfico de esta población puede ser el disminuir la erosión, favorecer el desarrollo de insectos benéficos y la producción de abono verde que se incorpora durante la preparación del suelo (Altieri, 1996).

2.1.9. Especies y variedades del cafeto

En Guatemala se cultivan básicamente variedades de la especie *Coffea arábica* L, que es la más difundida en el mundo, con un aporte del 70 % - 75 % de la producción mundial. En Latinoamérica se cultivan diversas variedades desarrolladas a partir de las primeras introducciones, donde algunas son el resultado de mutaciones, hibridaciones naturales o artificiales (ANACAFE, 2006).

Otra especie es *Coffea canephora* L, conocida como Robusta. En general, Robusta ha mostrado resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades (nemátodos, roya, otras). Para Guatemala, este café representa únicamente el 1 % del café exportado. Hay otras especies cultivadas en pequeña escala en algunos países africanos o de interés para programas de fitomejoramiento, como *C. dewevrei*, *C. liberica*, *C. eugenioides* y *C. salvatrix* (ANACAFE, 2006).

2.1.10. Principales variedades del café cultivadas en Guatemala

Según ANACAFE (2006), las principales variedades de café cultivadas en Guatemala son: en el cuadro 3 se presenta un listado de las principales variedades de café cultivadas en Guatemala dentro de las cuales ciertas variedades poseen características muy propias.

Cuadro 3. Principales variedades de café cultivadas en Guatemala.

1	TYPICA
2	BOURBÓN
3	CATURRA
4	CATUAI
5	PACHE COMÚN
6	PACHE COLIS
7	PACAMARA
8	MARAGOGYPE
9	MUNDO NOVO
10	CATIMOR
11	ROBUSTA
12	ROBUSTA NEMAYA

Fuente: ANACAFE, 2006.

2.1.11. Plagas del cafeto

La incidencia de plagas en el cafeto es muy variada, las palomillas, escamas y nematodos atacan el sistema radical; los cortadores y taladradores, el tallo y las ramas; los cortadores y chupadores, las hojas y la broca, algunos frutos.

2.1.12. Enfermedades del cultivo de café

Las enfermedades más importantes por la severidad de las infecciones son: la roya, cercospora, llaga negra, antracnosis, phoma, y otras como ojo de gallo y mal de hilachas que están ligadas a las condiciones de alta humedad. Recientemente fue señalada la mancha rosada. Conviene indicar que el uso de productos químicos en los controles fitosanitarios rompe el equilibrio biológico del medio ambiente; puesto que, elimina macro y microorganismos benéficos que contribuyen al control natural. Por consiguiente, se debe procurar el uso mínimo de productos químicos (ANACAFE, 2006).

2.1.12. Área mínima de una comunidad vegetal

Este se relaciona con la homogeneidad florística y espacial. Toda comunidad vegetal tiene una superficie por debajo de la cual no puede expresarse como tal, por lo tanto, para obtener una unidad muestral representativa de una comunidad es necesario conocer su área mínima de expresión (Mateucci y Colma, 1982).

2.1.13. Método relevé

El Procedimiento más difundido para determinar el área mínima consistente en tomar una unidad muestral pequeña y contar el número de especies presentes en éstas, en el cuadro 4 se presenta la boleta de campo para la estimación del área mínima de muestreo. Luego se duplica el área anterior y se cuenta el número de especies nuevas. Esta operación se repite hasta que el número de especies disminuye el mínimo (Mateucci y Colma, 1982).

Cuadro 4. Boleta de campo para la estimación del área mínima de muestreo.

N. UM	Sp.	Sp./n	Sp. AC	Tam. Uni (m ²)	m ² AC	% Sp	% área
1	A	6	7	0.0625	0.0625	41.17	1.56
	B						
	C						
	D						
	E						
	F						
	G						
2	H	4	11	0.0625	0.125	64.17	3.12
	I						
	J						
	K						
3	L	3	14	0.125	0.25	82.35	6.25
	M						
	N						
4	O	2	16	0.25	0.5	94.11	12.5
	P						
5	Q	1	17	0.5	1	100	25
6	Nin.	0	17	1	2	100	100
	Nsp						
	*						

Fuente: Martínez y Gil, 2012.

En el cuadro 5 se presenta la descripción de los códigos de registro.

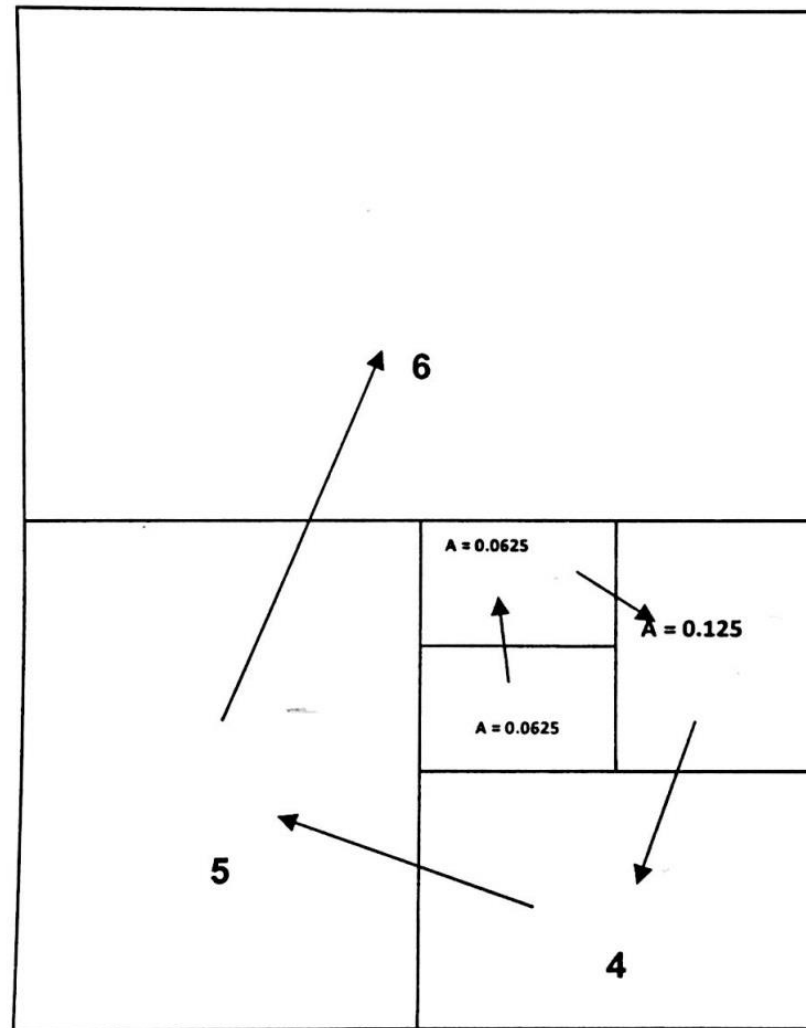
Cuadro 5. Descripción de códigos de la tabla de registro.

N.UM	Número de unidad muestral
Sp	Nombre o código asignado a las especies que aparecen
Sp/n	Número de especies nuevas
Sp AC	Número de especies nuevas acumuladas
m²	Área de cada unidad muestral en m ²
m² AC	Área acumulada en m ²
% sp	Porcentaje de especies
% área	Porcentaje de área
*Nin Nsp	Ninguna nueva especie

Fuente: Martínez y Gil, 2012.

Seguidamente se grafican los valores obtenidos anteriormente para determinar área mínima, la cual será aquella correspondiente a la proyección del punto de la curva en el cual la pendiente es igual a la relación número total de especies registradas / superficie del cuadro mayor muestreado. Este procedimiento consiste en trazar una recta uniendo los extremos de la curva: trazar otra recta paralela a la primera y tangencial a la curva y proyectar al eje X en punto de intersección tangencial: este será el valor del área mínima de muestreo (Mateucci y Colma, 1982).

En la figura 7 se presenta la disposición espacial de las unidades por el método de relevé para determinar el área mínima de muestreo.



Fuente: Martínez y Gil, 2012.

Figura 7. Disposición espacial de las unidades por el método de relevé para determinar el área mínima de muestreo.

A. Muestreo

Debido a que es muy difícil medir todos los individuos de una comunidad, es necesario efectuar muestreos. Algunas veces se pueden medir todos los individuos de una comunidad, pero entonces no sería una estimación y la información obtenida no sería más útil que la derivada de un muestreo adecuado. Una población puede estar formada por una misma especie o por individuos vegetales de la misma forma de vida, etc. (Mateucci y Colma, 1982).

B. Método para situar la muestra y las unidades experimentales

Este se refiere al patrón espacial que ellas tendrán una vez ubicadas en la zona de estudio. El patrón espacial del muestro puede ser dirigido y aleatorio, tanto el dirigido como el aleatorio pueden ser: simple, por estratos, por conglomerados, sistemático, preferencial, aleatoria, sistemático o aleatorio restringido (Mateucci y Colma, 1982).

C. Muestreo sistemático

Consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio, permite detectar variaciones espaciales en la comunidad. Sin embargo, no se puede obtener una estimación exacta de la precisión de la media de la variable considerada, y al comparar dos poblaciones tampoco se puede evaluar la significación de las diferencias entre las medias de ambas. Este modelo es preferido no sólo porque permite detectar variaciones, sino también por su aplicación más sencilla en el campo; y según el patrón espacial de los individuos da una mejor estimación que el muestreo aleatorio (Mateucci y Colma, 1982).

Este muestreo puede realizarse colocando en el terreno un rectángulo o red de cuadrícula. Cuando la zona es muy extensa el primer punto se sitúa al azar, y a partir de allí se camina un número uniforme de pasos para efectuar cada medición en los ángulos de un rectángulo imaginario. Este modelo tiene el inconveniente que es cerrado; es decir una vez planificado no es posible agregar un número cualquiera de unidades muestrales; si es necesario incrementar el número de unidades ello debe hacerse en razón exponencial (Mateucci y Colma, 1982).

D. Variables a medir en los muestreos

Estas describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las especies vegetales en una comunidad. Ellas pueden ser continuas, como el rendimiento, la biomasa, el área basal y la cobertura media en función del espacio bidimensional ocupado, o discretas, como la densidad, la frecuencia o la cobertura determinada a partir de

unidades puntuales. Algunas variables son combinaciones de las anteriores, y se han llamado índices de importancia mientras que otras son variables sintéticas derivadas del análisis de los resultados (Mateucci y Colma, 1982).

Las variables pueden estimarse por medición, o conteo, o mediante evaluación subjetiva. Los datos vegetacionales tienen una varianza poblacional alta; es imposible disminuir esta variabilidad inherente. La varianza de la variable estimada puede reducirse o bien mejorando la precisión de la medición o incrementando el tamaño de la muestra. La primera alternativa resulta ineficiente para los datos vegetacionales, por ello a menudo se emplean evaluaciones subjetivas a pesar de las desventajas que adolecen, ya que por ser más rápida permiten tomar muchas muestras en un tiempo relativamente corto y poco esfuerzo (Mateucci y Colma, 1982).

E. Frecuencia

La frecuencia (F), de un atributo es la probabilidad de encontrar dicho atributo “uno o más individuos” en una unidad muestral particular, se expresa como porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece (m_i) en relación con el número de muestreos (M) (Mateucci y Colma, 1982).

$$F_i = (m_i / M) * 100$$

F. Densidad

La densidad (D), es el número de individuos (N), en un área (A), determinada: $D = N / A$ Y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada (Mateucci y Colma, 1982).

G. Cobertura

Cobertura de una especie es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Se expresa en porcentaje de la superficie total. La cobertura ha sido usada con mucha frecuencia como medida de la abundancia de los atributos de la comunidad, especialmente cuando la estimación de la densidad resulta como ocurre en los pastizales, en el caso de plantas macollantes y cespitosas. Por otro lado, esta variable es factible de evaluación subjetiva, lo que no ocurre con las demás (Mateucci y Colma, 1982).

H. Valor de importancia

Este es la suma de los valores relativos de la densidad, frecuencia y cobertura. El valor máximo de importancia es 300 (Mateucci y Colma, 1982).

2.1.14. Diversidad biológica en comunidades ecológicas

La diversidad biológica es un parámetro muy útil para la descripción y estudio de comunidades ecológicas. Esta biodiversidad fue dividida en tres componentes por (Whitaker, 1972): alfa, beta y gamma, las cuales se distinguen principalmente por su escala espacial. A continuación, se describe con mayor detalle cada uno de estos componentes (Sonco, 2013).

A. Diversidad Alfa (α)

Es la riqueza de especies de una muestra territorial. Es el número de especies que viven y están adaptadas a un hábitat homogéneo siendo directamente proporcional al tamaño de este último. Esta diversidad también se asocia con aspectos locales ambientales y con las interacciones poblacionales, principalmente con la competencia interespecífica, dando como resultado eventos de colonización-recolonización y extinciones locales de riqueza.

Esta diversidad es un balance entre acciones de la biota local y los elementos abióticos y la inmigración de otras localidades (Sonco, 2013).

La forma más sencilla de demostrar la alfa - diversidad es mediante el número de especies que la componen, pero esta medida no toma en cuenta la uniformidad, por lo que, para tenerla en cuenta, se han elaborado varios índices, entre los cuales están (Ferriol y Merle, 2011).

B. Índice de Simpson

Este índice expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie. Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras. Oscila entre 0 (cuando hay una sola especie) y $(1-1/S)$ (Ferriol, 2012).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde:

p_i : es el número de individuos de la especie i respecto al total de individuos de las S especies de una comunidad (también se puede usar la cobertura o índice de abundancia para calcular p_i).

C. Índice de Shannon-Wiener

Este considera tanto la riqueza en especies como su abundancia, razón por la que es más empleado. Este índice variará de 0 (cuando hay una sola especie) y $\ln S$ (Ferriol, 2012).

$$\bar{H} = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Donde:

Se utilizan las mismas variables que el índice anterior.

D. Índice de uniformidad de Pielou

Mide la uniformidad o equilibrio de un ecosistema, la cual se expresa como la diversidad observada respecto a la diversidad que se podría obtener en una comunidad con el mismo número de especies, pero con una uniformidad máxima. Oscila entre 0 y 1 (Ferriol, 2012).

$$\bar{e} = \frac{\bar{H}}{\ln S}$$

Donde:

Se utilizan las mismas variables que el índice anterior.

E. Diversidad Beta (β)

Es el recambio de especies en una región heterogénea. Es una medida del recambio de especies entre diferentes tipos de comunidades o hábitats, y como tal, corresponde a la contigüidad espacial de éstas. Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un paisaje. La diversidad beta mide las diferencias (recambio) entre las especies de dos puntos, dos tipos de comunidades o dos paisajes. Estas diferencias pueden ser espacio - temporales (Whitaker, 1972).

La beta - diversidad se puede calcular de varios modos.

1. Se puede obtener el cociente entre el número de especies distintas y el número de especies total considerando el conjunto de ambas comunidades (una forma análoga es obtener la tasa de aumento de la alfa-diversidad a medida que se incorporan las comunidades que lo integran).

2. Utilizando coeficientes de similitud o disimilitud o a partir de distancias, aunque éstos se emplean cuando sólo se considera la presencia o ausencia de especies y no sus proporciones (Ferriol y Merle, 2011).

F. Índice de similitud de Sorensen

$$\beta = \frac{2c}{S_1 + S_2}$$

Donde:

S1: es el número de especies de la comunidad 1.

S2: es el número de especies de la comunidad 2.

c: es el número de especies comunes a ambas comunidades.

Oscila entre 0 (cuando no existen especies comunes) y 1 (cuando ambas comunidades son idénticas).

La distancia entre comunidades se emplea cuando además de la presencia o ausencia de especies, se considera igualmente las diferencias en sus proporciones (en cuanto a número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) Una de las distancias más empleadas es la de Bray-Curtis (Ferriol y Merle, 2011).

G. Bray-Curtis:

$$d_{12} = \frac{\sum_{n=1}^S |x_{1n} - x_{2n}|}{\sum_{n=1}^S |x_{1n} + x_{2n}|}$$

H. Diversidad Gamma (ϕ)

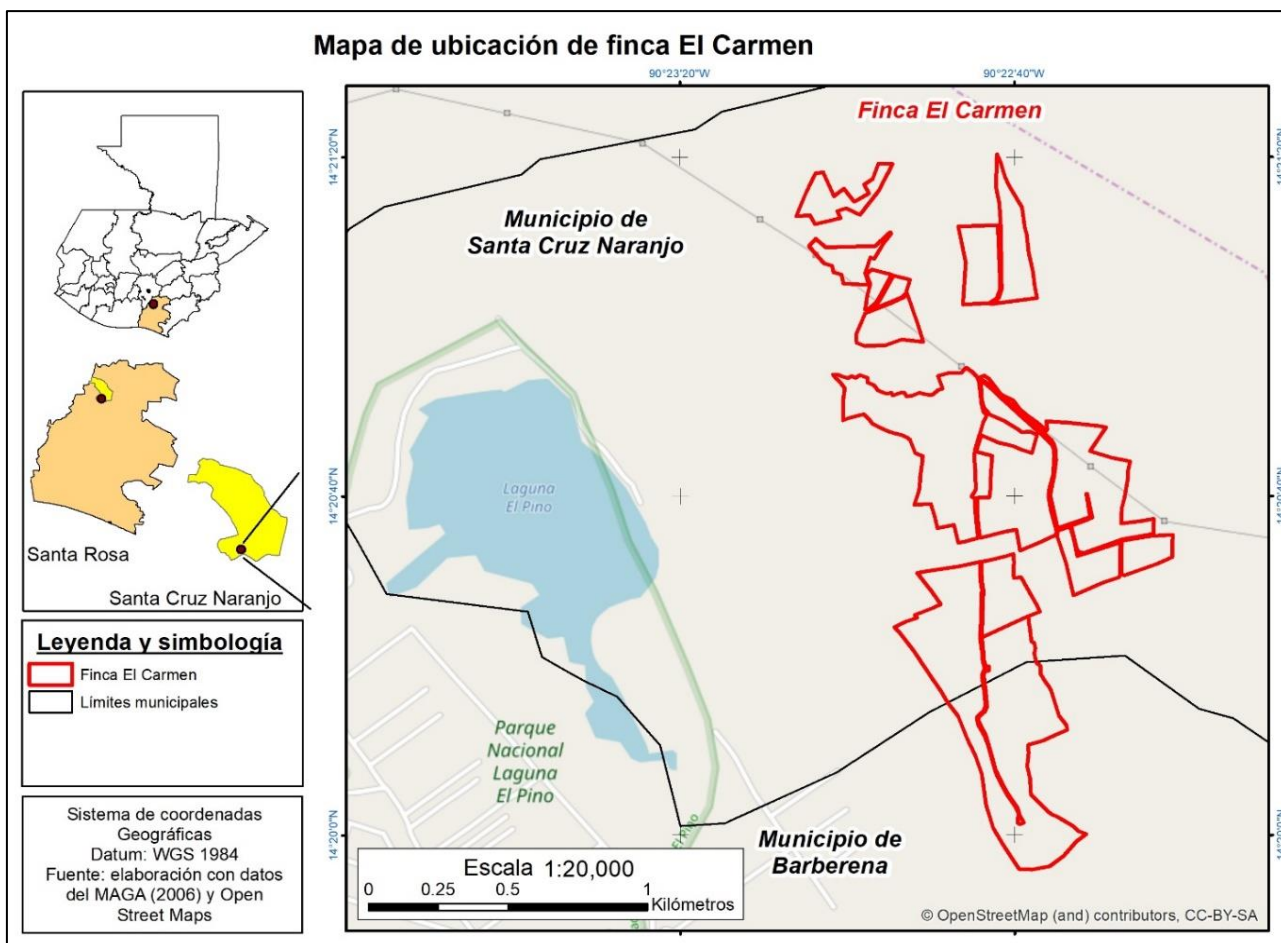
Es el número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje. Es la riqueza de especies de un conjunto de comunidades que integran un paisaje. Es el

resultado de las diversidades Alfa y Beta (Sonco, 2013). Se mide a través de modelos como $\gamma = \alpha + \beta$ o bien $\gamma = \alpha * \beta$ (Ferriol y Merle, 2011).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Ubicación geográfica y político - administrativa del área de estudio

El estudio se realizó en finca El Carmen, ubicada al norte del departamento de Santa Rosa. Se encuentra delimitada al norte con el municipio de Santa Rosa de Lima con el río Las Cañas de por medio, al este con el municipio de Nueva Santa Rosa, al sur con el municipio de Barberena (los anteriores pertenecientes al departamento de Santa Rosa) y al oeste con el municipio de Fraijanes, Depto. de Guatemala. De acuerdo con el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la cabecera municipal del municipio de Santa Cruz Naranjo se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 14°23'06" y Longitud 90°22'15"; su altura de 1,170 m s.n.m ubicada frente a la iglesia católica. La finca posee una superficie total de 91.97 ha, en la figura 8 se presenta la ubicación geográfica de la finca el Carmen.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 8. Mapa de ubicación geográfica de finca El Carmen.

2.2.2 Suelo

El lugar de estudio se encuentra asentada sobre la región de las tierras altas volcánicas, en el gran paisaje de los conos piroclásticos de Barberena-Cuilapa, región que se caracteriza por presentar gran cantidad de conos piroclásticos (alrededor de 40) que se extienden en una franja en sentido NO - SE, concordante con la falla de Jalpatagua. Las elevaciones van de 800 m s.n.m a más de 1,400 m s.n.m, los conos presentan alturas de hasta 150 m (MAGA, 2001).

El patrón de drenaje es rectangular y angular, debido al intenso fallamiento volcánico, destacándose la existencia de algunas lagunas que han sido colmatadas en algunas partes, siendo las más importantes La Laguna de El Pino y la laguneta de El Paraíso al NO de Barberena. Las pendientes van de moderadas a fuertes con 8 % a 35 %. Existe gran

diversidad de rocas volcánicas como basaltos, lahares, flujos de pómez y ceniza en conos cineríticos formados por lapilli (MAGA, 2001).

Esta corresponde a conos volcánicos de erupciones de piroclastos que están alineados a lo largo de la falla de Jalpatagua con rumbo NO - SE, lo que posiblemente sea el resultado de una actividad de fisuras producto de las últimas etapas del volcanismo en el país. Esta unidad se considera del Cuaternario antiguo (Pleistoceno) (MAGA, 2001).

La finca se encuentra sobre la serie de suelos de los valles (SV), formados a partir de rocas ígneas y metamórficas del periodo Terciario (Tv), que son rocas volcánicas sin dividir, predominantemente del Mio - plioceno e incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos (MAGA, 2001).

2.2.3. Clima y zona de vida

El Carmen se encuentra asentada en la zona de vida Bosque muy húmedo Subtropical (cálido) bmh – S (c) que es la más rica en su composición florística en Guatemala. El clima de la región es cálido, con una temperatura media promedio de 21.73 °C. En promedio, los meses más fríos son enero y febrero con 20.50 °C, pero es enero donde se pueden dar las temperaturas más frías con 14.70 °C. El mes más cálido en promedio es mayo con 26.8 °C, sin embargo, las temperaturas más altas se alcanzan en marzo 28.6 °C. La precipitación media anual es de 1,971 mm, siendo los meses más lluviosos junio y septiembre y el mes más seco, febrero. La distribución de las lluvias presenta una canícula entre julio y agosto; en el cuadro 6, se presenta los datos climáticos mensuales de Barberena y en la figura 3 se presenta el climadiagrama de Barberena.

2.2.4. Hidrología

El Carmen se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico, en la Cuenca del río María Linda, en la subcuenca de la Laguna El Pino. En el lugar sólo existen corrientes efímeras.

2.2.5. Inventario de arvenses en el cultivo de café

Inventario de arvenses. Se observó que el 70 % de las arvenses fueron de hoja ancha y el 30 % de gramíneas y ciperáceas, lo cual concuerda con la presión de selección ejercida sobre las poblaciones de arvenses por el uso reiterado de glifosato, donde predominan las arvenses de hoja ancha de difícil control con este herbicida. La baja diversidad de arvenses también es típica de cultivos donde el manejo de arvenses se ha especializado con el uso de un solo herbicida.

En el cuadro 6 se presentan el inventario de las arvenses predominantes en el cultivo de café en cual se menciona el nombre científico, nombre común, la clase, familia y tipo hoja.

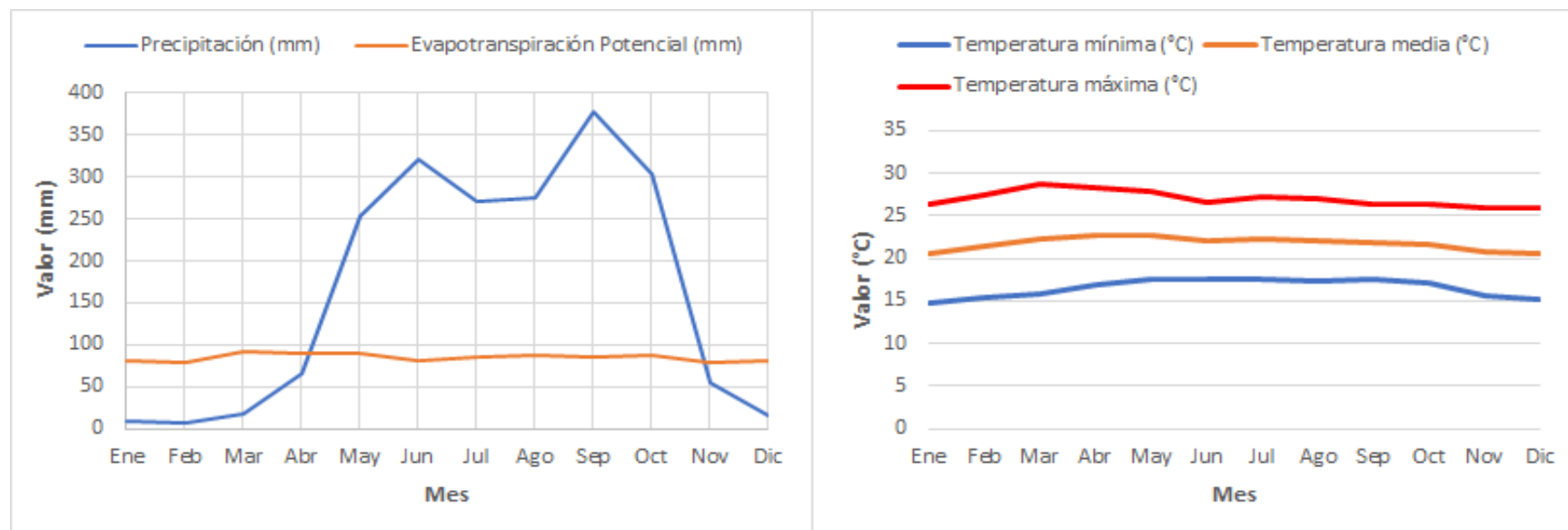
Cuadro 6. Inventario de las arvenses predominantes en el cultivo de café.

Nombre científico	Nombre común	Clase	Familia	Tipo	Grado de interferencia con el cultivo del café
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist*	Venadillo	Dicotiledónea	Compositae	Hoja ancha	Alta
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Hierba socialista	Dicotiledónea	Compositae	Hoja ancha	Alta
<i>Bidens pilosa</i> L.	Masequía, papunga	Dicotiledónea	Compositae	Hoja ancha	Baja
<i>Borreria alata</i> (Aubi.)DC.**	Botoncillo	Dicotiledónea	Rubiaceae	Hoja ancha	Alta
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.**	Siempre viva	Monocotiledónea	Commelinaceae	Hoja ancha	Baja
<i>Sigesbeckia jorullensis</i> H.B.K.**	Botón de oro	Dicotiledónea	Compositae	Hoja ancha	Alta
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Escobadura	Dicotiledónea	Malvaceae	Hoja ancha	Alta
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Hierba mora	Dicotiledónea	Solanaceae	Hoja ancha	Alta
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Hierba de chivo	Dicotiledónea	Compositae	Hoja ancha	Media
<i>Talinum paniculatum</i> (L.) Gaertn.**	Verdolaga grande	Dicotiledónea	Portulacaceae	Hoja ancha	Alta
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Acedera, trébol	Dicotiledónea	Oxalidaceae	Hoja ancha	Baja
<i>Hydrocotyle umbellata</i> L.	Sombrerito de agua	Dicotiledónea	Umbellifera	Hoja ancha	Baja
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Botón amarillo	Dicotiledónea	Compositae	Hoja ancha	Baja
<i>Polygonum nepalense</i> Meisn.	Corazón herido	Dicotiledónea	Polygonaceae	Hoja ancha	Baja
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.*	Corazón herido	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Paspalum macrophyllum</i> H.B.K.	Gramalote	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop	Guardarocio	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Argentina, bermuda	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler	Estrella blanca	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Cortadera	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Kyllinga sesquiflora</i> Torr.	Fosforito	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Panicum laxum</i> Sw.**	Paja morada	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta
<i>Chloris radiata</i> (L.) Sw.**	Pasto azul, cola de zorro	Monocotiledónea	Gramineae	Hoja angosta	Alta

Cuadro 7. Datos climáticos mensuales de Barberena, Santa Rosa.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	10	7	17	65	253	320	271	275	378	304	56	15	1971
Evapotranspiración Potencial (mm)	81	79	92	90	91	81	86	87	85	89	80	81	1020
Temperatura media (°C)	20.50	21.40	22.20	22.60	22.70	22.00	22.30	22.10	21.90	21.70	20.80	20.50	21.73
Temperatura máxima (°C)	26.4	27.5	28.6	28.3	27.9	26.5	27.1	26.9	26.3	26.3	25.9	25.9	26.97
Temperatura mínima (°C)	14.70	15.30	15.80	17.00	17.50	17.60	17.50	17.30	17.50	17.10	15.70	15.20	16.52

Fuente: Climate-data.org, 2018. <https://es.climate-data.org/americas-del-norte/guatemala/santa-rosa/barberena-55034/>



Fuente: Climate-data.org, 2018. <https://es.climate-data.org/americas-del-norte/guatemala/santa-rosa/barberena-55034/>

Figura 9. Climadiagrama de Barberena, Santa Rosa.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Actualizar el inventario de especies arvenses y su valor de importancia en el agro sistema del cultivo de café en finca El Carmen, Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa.

3.2. Objetivos específicos

1. Identificar botánicamente las especies de arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en finca El Carmen.
2. Determinar el grado de importancia de las arvenses dentro del agrosistema de café (*Coffea arabica* L.), en finca El Carmen.
3. Determinar la alfa y beta diversidad de arvenses en la plantación de café.

4. METODOLOGÍA

La metodología para la determinación del grado de importancia se tomó en el manual de Ecología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Según Martínez y Gil (2012). La metodología general se llevó en tres fases:

1. La identificación botánica de las especies presentes en el agrosistema.
2. La determinación del grado de importancia de las arvenses presentes.
3. La comparación con respecto a estudios anteriores.

Cada una de estas fases se detalla a continuación.

4.1. Identificación botánica de las especies arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) de finca El Carmen

- Para determinar la composición florística de las especies arvenses en el cultivo de café en el área de estudio se tomó como base el herbario de la Facultad de Agronomía, se utilizó el sistema de colecta dirigida, que consistió en recorrer el área y coleccionar las especies de malezas. Luego estas fueron preparadas para ser depositadas en el herbario de la Facultad de Agronomía.
- Los nombres comunes de las especies se obtuvieron mediante entrevistas realizadas a 10 trabajadores de la finca, al momento de la colecta. La determinación de las diferentes especies se efectuó por medio de la flora de Guatemala, escrita por Standley & Colaboradores.

4.2. Determinación del grado de importancia de las arvenses dentro del agrosistema de café (*Coffea arabica* L.) en finca El Carmen

- Se inició con un reconocimiento del área a muestrear, observando las especies que existían y la distribución de éstas.

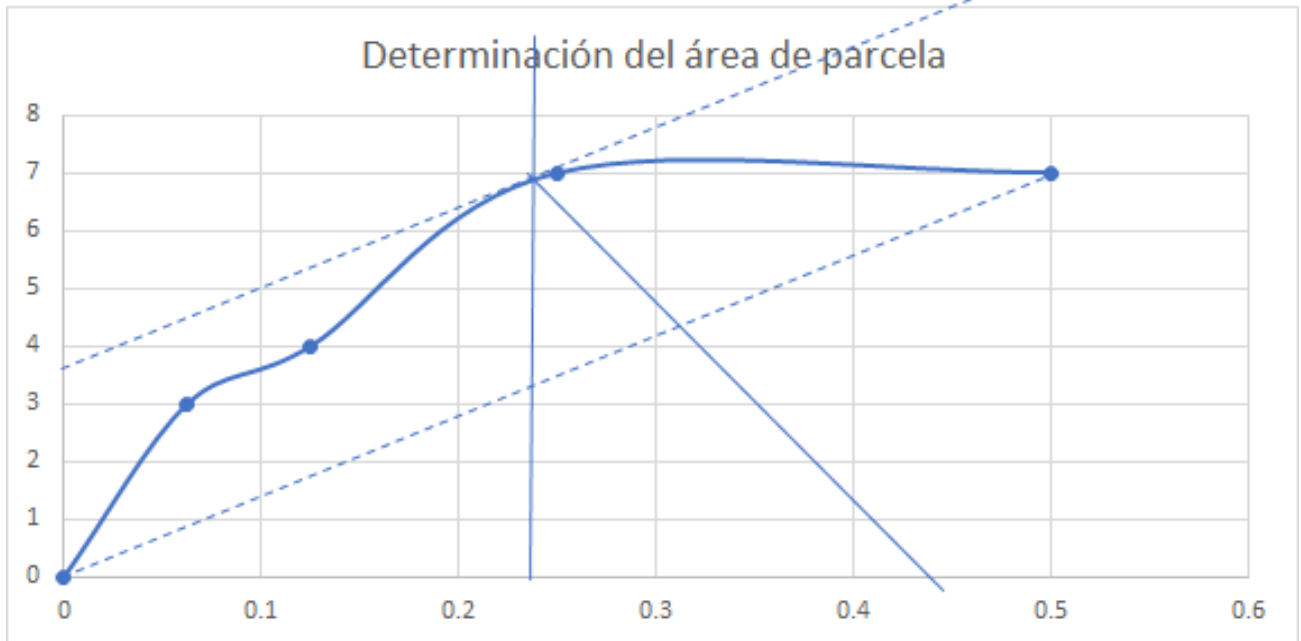
- Se determinó el área mínima de la parcela de muestreo por medio del método de relevé, que consistió en tomar una unidad muestral pequeña y contar las especies presentes en ésta, luego se duplicó la superficie extendiéndola a continuación de la unidad anterior en sentido de las agujas del reloj e igualmente contar con el número de especies nuevas que van apareciendo. Esta misma operación se repitió hasta que la incidencia de una nueva especie fue cero. Esto se realizó para tres áreas: parcela 1, en cuadro 8 se presenta los datos de recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses, El Manzanero y El Higuierillo.
- Se graficaron los valores obtenidos colocando en el eje de las ordenadas (Y) los valores de especies nuevas acumuladas y en el eje de las abscisas (X) las áreas de parcelas acumuladas.
- Se trazó una línea desde el punto de origen del sistema de coordenadas cartesianas hasta el extremo de la curva.
- Se trazó una línea paralela al eje Y desde el punto que toca la tangente y hasta el eje de coordenadas X, la cual determina el área mínima de la parcela de muestreo.
- Se trazó una línea perpendicular a la tangente desde el punto que esta toca hasta el eje de coordenadas X la cual determinó el área máxima de muestreo.

Cuadro 8. Datos recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses en la Parcela 1.

N Num	Sp/n	Sp A.C.	Superficie (m ²)	Superficie acumulada (m ²)
0	0	0	0	0
1	3	3	0.0625	0.0625
2	1	4	0.0625	0.125
3	3	7	0.125	0.25
4	0	7	0.25	0.5
5	0	7	0.5	1
6	0	7	1	2
7	0	7	2	4

Fuente: elaboración propia, 2019.

En la figura 10 se presenta la determinación del tamaño de parcela de la parcela 1.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 10. Determinación del tamaño de parcela por el método gráfico en el área de la parcela 1.

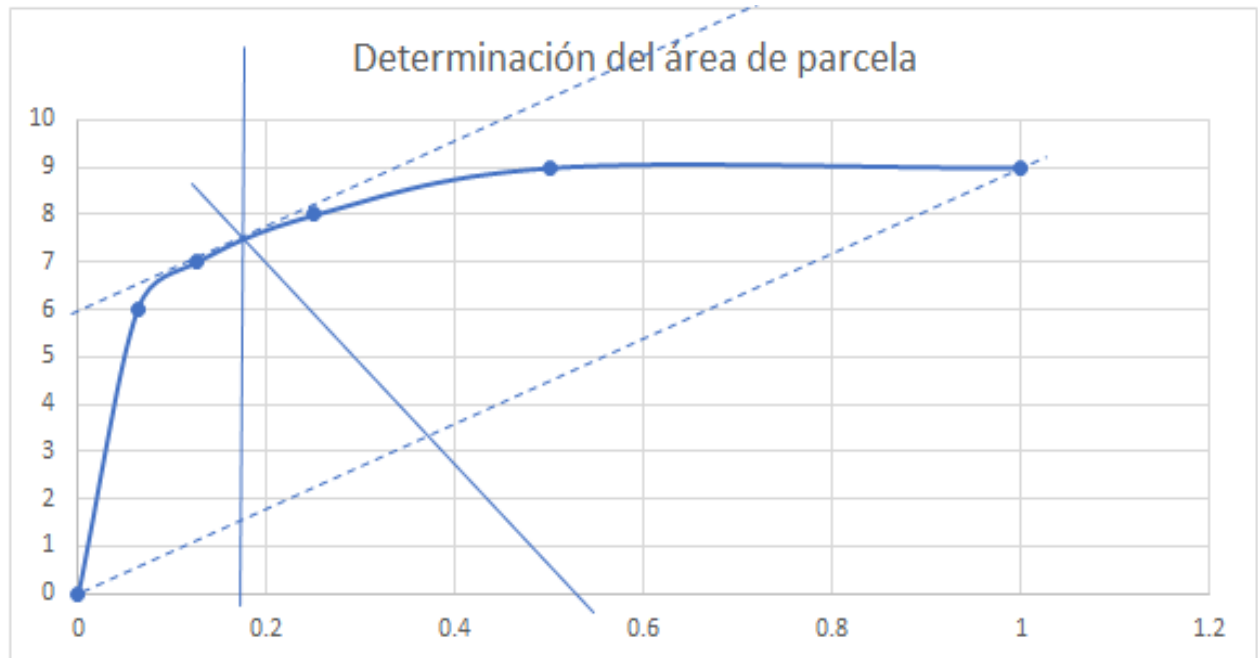
En el cuadro 9 se presenta los datos de la recolectado para determinar el tamaño de la parcela de Manzanero.

Cuadro 9. Datos recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses en el Manzanero.

N Num	Sp/n	Sp. A.C.	m ²	m ² A.C.
0	0	0	0	0
1	6	6	0.0625	0.0625
2	1	7	0.0625	0.125
3	1	8	0.125	0.25
4	1	9	0.25	0.5
5	0	9	0.5	1
6	0	9	1	2
7	0	9	2	4

Fuente: elaboración propia, 2019.

En la figura 11 se presenta el tamaño de la parcela del área del Manzanero.



Fuente: elaboración propia, 2019.

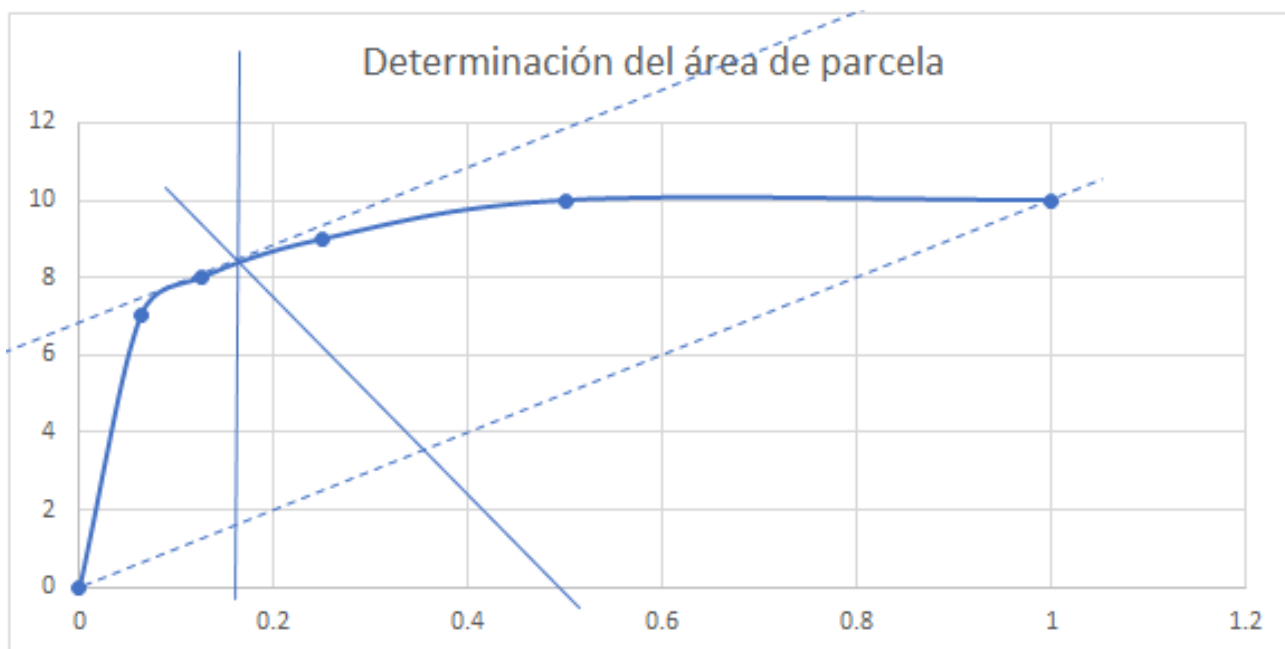
Figura 11. Determinación del tamaño de parcela por el método gráfico en el área del Manzanero.

En el cuadro 10 se presenta los datos recolectados de la parcela de Higuerillo. En la figura 12 se determina el tamaño de la parcela de Higuerillo.

Cuadro 10. Datos recolectados para la determinación del tamaño de parcela para el muestreo de arvenses en el Higuerillo.

N Num	Sp/n	Sp. A.C.	m²	m² A.C.
0	0	0	0	0
1	7	7	0.0625	0.0625
2	1	8	0.0625	0.125
3	1	9	0.125	0.25
4	1	10	0.25	0.5
5	0	10	0.5	1
6	0	10	1	2
7	0	10	2	4

Fuente: elaboración propia, 2019.

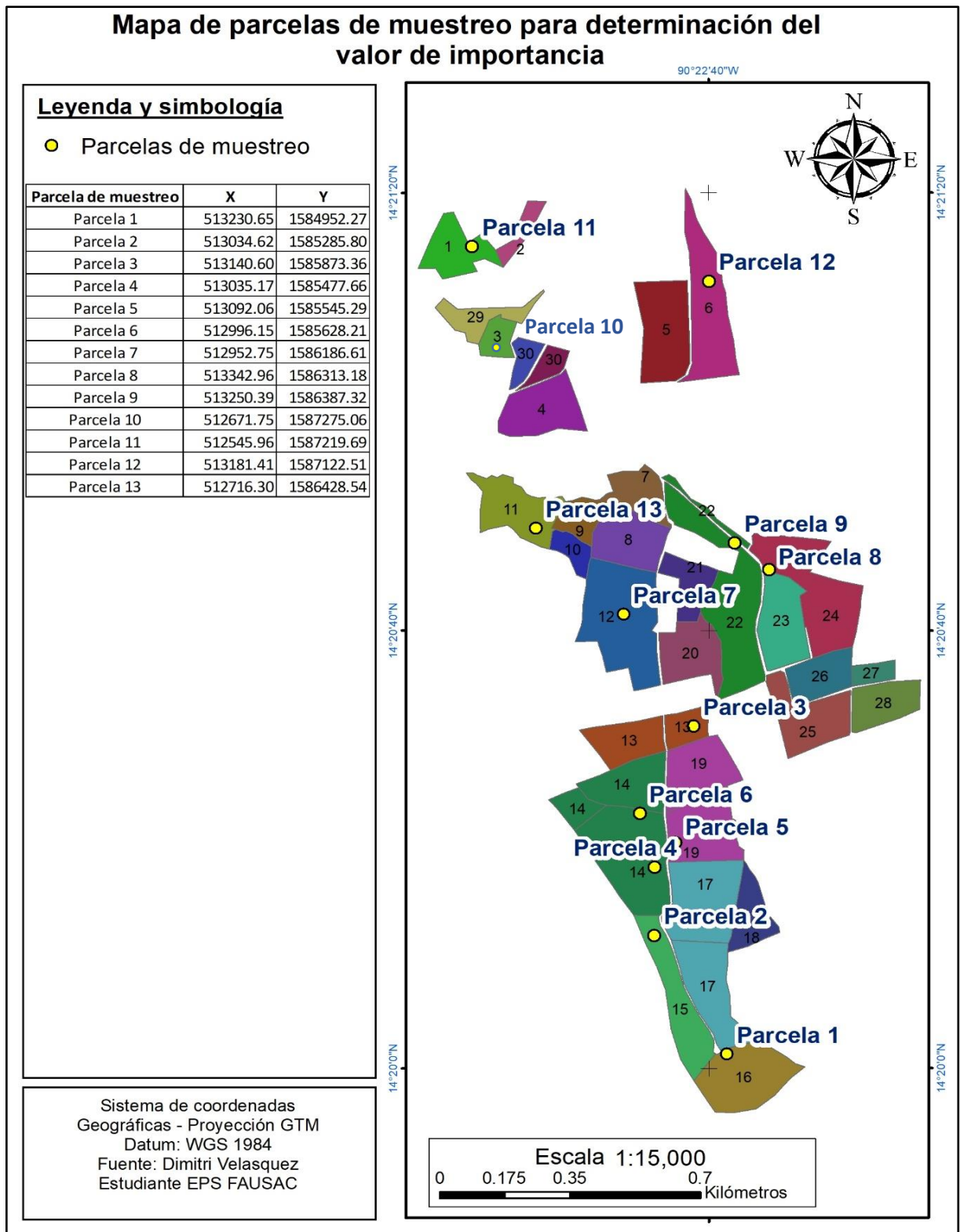


Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 12. Determinación del tamaño de parcela por el método gráfico en el área del Higuerrillal.

- Después de determinar el tamaño de la parcela, se hizo un marco de madera de las medidas correspondientes. Según los resultados de las tres parcelas, éste fue de 0.5 m² (0.71 m de ancho * 0.71 m de largo).
- Se determinó el número de parcelas con el método de Promedio de Medias Acumuladas, el cual consiste en tirar el marco y contar el número de especies que se encuentra dentro del área, después se tira de nuevo el marco y se vuelve a contar el número de especies. Este mismo procedimiento se repite varias veces.
- Se hizo una gráfica colocando en el eje Y los valores de promedio de especies acumuladas y en el eje X el número de parcelas.
- Para determinar el número de parcelas se trazó la curva y en el punto en donde se estabiliza la curva, se trazó una línea paralela al eje de coordenadas Y se determina el número de parcelas en el eje X.

- En total se muestrearon 13 parcelas.
- Con el número y el tamaño de parcela establecidos, se tomaron datos en el campo, utilizando para ello boletas que servirán para anotar los valores de incidencia, densidad, cobertura y frecuencia de las especies en la figura 13.
- Con los valores anteriores, se determinó el promedio y el porcentaje de densidad, cobertura y frecuencia que tiene cada planta.
- El valor de importancia es la suma de los porcentajes de densidad, cobertura y frecuencia.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 13. Mapa de parcelas de muestreo para la determinación del valor de importancia de arvenses.

4.3. Determinación de la alfa y beta diversidad de especies en la plantación de café

Para la alfa diversidad se utilizaron las ecuaciones de:

4.3.1. Índice de Simpson

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde:

p_i : es el número de individuos de la especie i respecto al total de individuos de las S especies de una comunidad (también se puede usar la cobertura o índice de abundancia para calcular p_i).

4.3.2. Índice de Shannon-Wiener

$$\bar{H} = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Donde:

Se utilizan las mismas variables que el índice anterior.

4.3.4. Índice de uniformidad de Pielou

$$\bar{e} = \frac{\bar{H}}{\ln S}$$

Donde:

Se utilizan las mismas variables que el índice anterior.

I. Determinación de Beta con el índice de similitud de Sorensen

Se compara con cada parcela muestreada.

$$\beta = \frac{2c}{S_1 + S_2}$$

Donde:

S1: es el número de especies de la comunidad 1.

S2: es el número de especies de la comunidad 2.

c: es el número de especies comunes a ambas comunidades.

Oscila entre 0 (cuando no existen especies comunes) y 1 (cuando ambas comunidades son idénticas).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Identificación botánica las especies de arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en finca El Carmen

En el país el cultivo de café se encuentra distribuido en 20 de 22 departamentos, considerando que el área cultivada alcanza las 252,415.64 ha (360.954.36 mz); siendo el cultivo de café considerado como una actividad agrícola generadora de divisas para el país con lo cual proporcionan sustento a familias campesinas quienes producen a pequeña escala; para los medianos y grandes caficultores que a su vez producen empleos de mano de obra destinada al manejo y mantenimiento, corte de producciones, lo cual es una fuente de empleo a las familias menos favorecidas en el área rural.

El departamento de Santa Rosa es uno de los seis primeros departamentos en producción de café pergamino teniendo un promedio de 6.43 millones de qq/año para su exportación, según registros de ANACAFE.

La finca El Carmen, tiene una extensión territorial 91.97 ha. siendo una finca dedicada en su totalidad a la plantación de café, considerando que se han visto afectados por las diversas plagas y enfermedades que afecten en el ámbito general la estructura de esta en especies arvenses, encontrándose 15 especies.

5.1.1. Identificación de la flora

Dentro del muestreo que se realizó se determinó la presencia de arvenses siendo 15 especies, de las cuales se realizó su identificación botánica, determinación de hábito y uso apoyado de la flora de Guatemala.

El hábito de la mayoría de las especies es arvense. La única especie que tiene un hábito arbustivo fue *Coffea arabica*. La gran mayoría son de hoja ancha y sólo se encontraron dos gramíneas (*Cynodon plectostachyus* y *Digitaria insularis*). El uso que se puede dar a las

especies es variado. Se encuentran dos especies que pueden ser utilizadas como forraje: la flor azul (*Commelina diffusa*) y *Digitaria insularis*; tres ornamentales (Siete hojas, *Callisia repens*, una de la familia Asteraceae); y siete medicinales (*Trifolium sp.*, *Ageratum conyzoides*, *Cyperus rotundus*, *Bidens pilosa*, *Ricinus communis* L., y *Acalypha sp.*, (en el cuadro 11 se presenta las especies arvenses localizada en la finca el Carmen.

Cuadro 11. Especies arvenses localizadas en finca El Carmen.

Número	Nombre común	Nombre científico (de acuerdo con KEW Plants of the world)	Habito	Uso
1	Flor Azul	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	Arvense	Forraje / medicinal
2	Café	<i>Coffea arabica</i> L	Arbusto	Comestible
3	Siete hojitas	<i>Spermacoce tenuior</i> L.	Arvense	Ornamental
4	Tréboles	<i>Trifolium sp.</i>	Arvense	Medicinal
5	Hoja suculenta	<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	Arvense	Ornamental
6	Mish	<i>Asteraceae</i>	Arvense	Ornamental
7	Tomatillo	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Arvense	N/A
8	Moradita	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Arvense	Medicinal
9	Coyolio	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Arvense	Medicinal
10	Flor Blanca	<i>Bidens pilosa</i> L	Arvense	Medicinal
11	Gramínea	<i>Cynodon plectostachyus</i> (K.Schum.) Pilg	Arvense	Pasto
12	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i> L.	Arvense	Medicinal
13	Inflorescencia	<i>Acalypha sp.</i>	Arvense	Medicinal
14	Gramínea 2	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Mez ex Ekman	Arvense	Forraje
15	Bola Blanca	<i>Gomphrena serrata</i> L.	Arvense	Medicinal

El análisis de Clúster (o de agrupamiento), determina que tanta similitud presentaban las áreas de muestreo entre sí o bien que tanta disimilitud existía entre las diferentes áreas, según la presencia-ausencia de las especies encontradas en todas las áreas de acuerdo con el método de Jaccard. Se determinaron áreas dentro de cada sitio como muestreado en la figura 14).

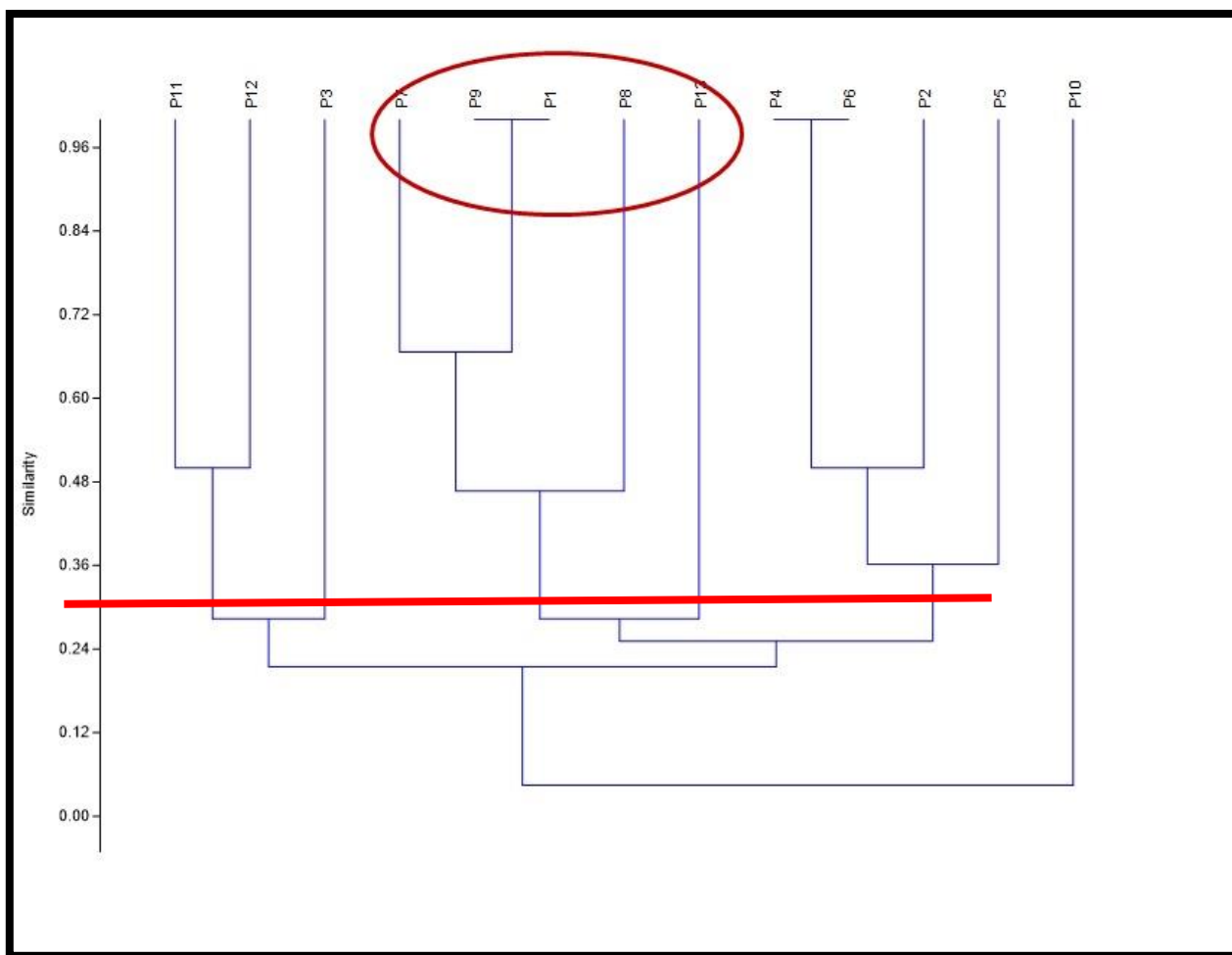


Figura 14. Clúster de la distribución en relación con la similitud de especies entre sitios.

En la figura 14, se puede observar la distribución en relación con la similitud de especies entre sitios, donde se pueden determinar dos grupos de especies arvenses de acuerdo a la metodología de Jaccard, en la que mientras más cercanos se encuentren a 1, mayor similitud existirá entre los sitios de muestreo, el primer grupo corresponde a los sitios de muestreo P3, P11 y P12, presentando un agrupamiento afina, mientras que el segundo grupo por los sitios de muestreo el P1, P2, P4, P5, P6 P7 P8, P9, P10 y P13.

Ente el segundo grupo se puede establecer las parcelas P1 y P9, presentan un 100% de similitud, siendo don áreas afines en la figura 15).

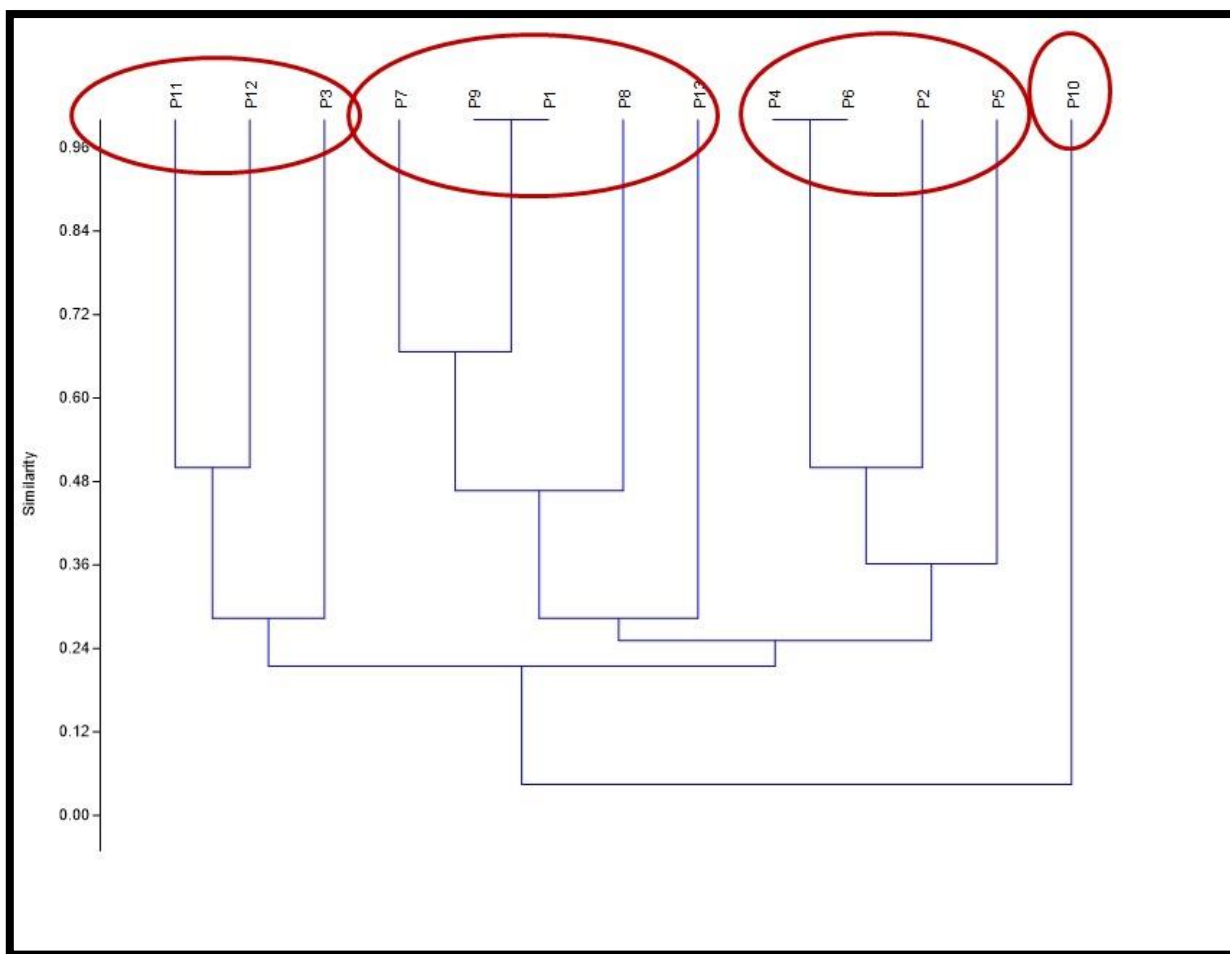


Figura 15. Clúster de la identificación de cuatro grupos por similitud de sitios

En la figura 15, se identifican 4 grupos por similitud de sitios sobre las especies arvenses, en donde podríamos identificar la presencia y ausencia de estas mismas en la finca; concluyendo que entre ambos grupos existe una similitud considerable, y se les puede brindar una misma manera en relación con las especies encontradas.

En la figura 16 se presentan el Clúster de especies de arvenses de la finca el Carmen

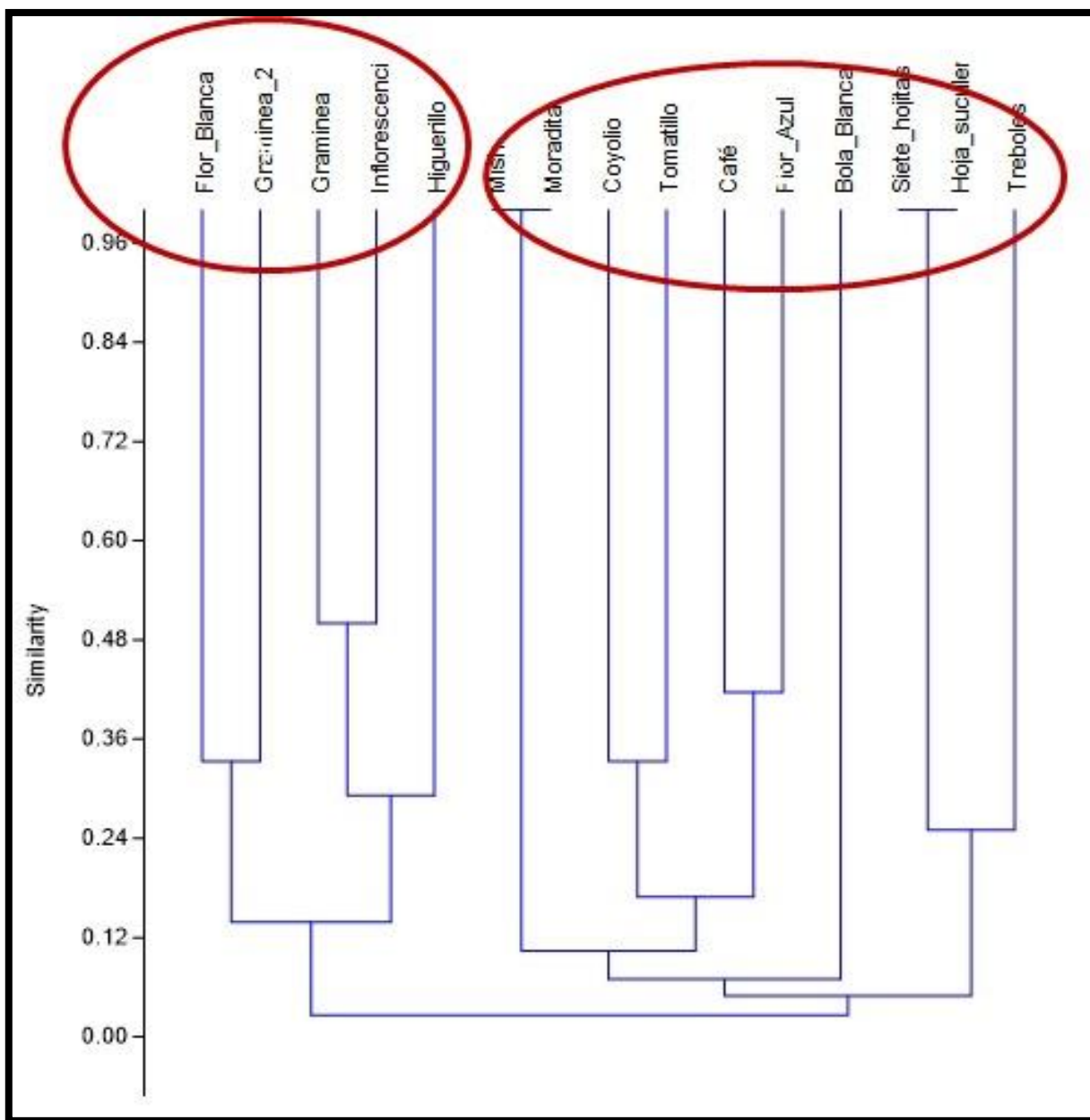


Figura 16. Clúster de las especies de arvenses del agrosistema de finca El Carmen.

En la figura 16 se presenta el clúster de las especies de arvenses del agro sistema de la finca el Carmen, donde la similitud entre las arvenses encontradas, indica que existen igualdades entre ciertos grupos de las mismas, uno de los grupos más grandes y sobresalientes es el grupo de la derecha en el cual se encuentran: Mish (*Asteraceae*), Moradita (*Ageratum conyzoides* L.), Coyolio (*Cyperus rotundus* L.), Tomatillo (*Solanum americanum* Mill.), Café (*Coffea arabica* L), Flor Azul (*Commelina diffusa* Burm.f.), Bola

Blanca (*Gomphrena serrata* L.), Siete hojitas (*Spermacoce tenuior* L.), Hoja succulenta (*Callisia repens* (Jacq.) L.), Tréboles (*Trifolium* sp.) con un 100 % de similitud entre ellas; el otro grupo sobresaliente es el grupo identificado del lado izquierdo en el cual se encuentran: Flor Blanca (*Bidens pilosa* L), Gramínea 2 (*Digitaria insularis* (L.) Mez ex Ekman), Gramínea (*Cynodon plectostachyus* (K.Schum.) Pilg), Inflorescencia (*Acalypha* sp.), Higuera (*Ricinus communis* L.). con un 100 % de similitud entre ellas.

5.2. Grado de valor de importancia de las arvenses dentro del agrosistema de café (*Coffea arabica* L.) en finca El Carmen

En el cuadro 12 se presenta los resultados de especies arvenses que se encuentran en la finca El Carmen, generando la información desagregada de la importancia ecológica de cada especie dentro del cultivo de café, dentro del territorio total de la finca El Carmen. En este cuadro se puede observar una densidad predominante de *Commelina diffusa* comparativamente con el resto de las otras especies arvenses en la finca.

En la finca son cuatro las especies que se encuentran en rango del 20 a 30 (*Coffea arabica*, *trifolium* sp., *Solanum americanum* y *Ricinus comunis*), lo cual demuestra que la eficiencia en el aprovechamiento de la energía es eficiente, considerando que el sistema ecológico es dentro de un agrosistema. El resto de las especies se distribuyen más o menos uniformemente entre ellas, con valores de importancia menores de 20.

Cuadro 12. Valor de importancia de las especies de arvenses del agrosistema de finca El Carmen.

Espece	Densidad Real	Cobertura Real	Frecuencia Real	Densidad Relativa	Cobertura Relativa	Frecuencia Relativa	Valor de Importancia
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	16.00	8.00	92.00	57.14	21.00	29.00	107.14
<i>Coffea arabica</i> L.	1.00	3.00	38.00	3.57	9.00	12.00	24.57
<i>Spermacoce tenuior</i> L.	1.00	1.00	8.00	3.57	1.00	3.00	7.57
<i>trifolium</i> sp.	4.00	1.00	31.00	14.29	4.00	10.00	28.29
<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	0.00	1.00	8.00	0.00	1.00	2.00	3.00
<i>Asteraceae</i>	0.00	1.00	8.00	0.00	2.00	2.00	4.00
<i>Solanum americanum</i> Mill.	1.00	8.00	23.00	3.57	20.00	8.00	31.57
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1.00	1.00	8.00	3.57	2.00	2.00	7.57
<i>Cyperus rotundus</i> L.	0.00	2.00	8.00	0.00	5.00	2.00	7.00
<i>Bidens pilosa</i> L.	1.00	2.00	15.00	3.57	6.00	5.00	14.57
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K.Schum.) Pilg	1.00	3.00	15.00	3.57	8.00	5.00	16.57
<i>Ricinus communis</i> L.	0.00	5.00	23.00	0.00	13.00	8.00	21.00
<i>Acalypha</i> sp.	0.00	1.00	8.00	0.00	3.00	2.00	5.00
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Mez ex Ekman	1.00	1.00	15.00	3.57	2.00	5.00	10.57
<i>Gomphrena serrata</i> L.	1.00	1.00	15.00	3.57	3.00	5.00	11.57
Total	28.00	39.00	315.00	100.00	100.00	100.00	300.00

5.3. Determinación alfa y beta diversidad de arvenses en la plantación de café

Con la información recopilada, se determinó la alfa diversidad utilizando los índices de Simpson, Shannon - Wiener y Pielou. Se utilizaron las fórmulas siguientes (Cuadro 13).

$$\text{Índice de Simpson: } \lambda = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - 0.3857 = 0.614$$

$$\text{Índice de Shannon-Wiener: } \bar{H} = -\sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i) = -1.5 = 1.5$$

$$\text{Índice de Pielou: } \bar{e} = \frac{\bar{H}}{\ln S} = \frac{1.5}{\ln(342)} = 0.257$$

Cuadro 13. Cuadro auxiliar para el cálculo de la biodiversidad alfa.

Especie	Frecuencia	Pi	pi ²	ln(pi)	pi * ln(pi)
<i>Gomphrena serrata</i> L.	15	0.044	0.001924	-3.127	-0.137
<i>Coffea arabica</i> L	14	0.041	0.001676	-3.196	-0.131
<i>Cyperus rotundus</i> L.	1	0.003	0.000009	-5.835	-0.017
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	204	0.596	0.355802	-0.517	-0.308
<i>Bidens pilosa</i> L	10	0.029	0.000855	-3.532	-0.103
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K.Schum.) Pilg	7	0.020	0.000419	-3.889	-0.080
<i>Ricinus communis</i> L.	5	0.015	0.000214	-4.225	-0.062
<i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.	1	0.003	0.000009	-5.835	-0.017
<i>Acalypha</i> sp.	1	0.003	0.000009	-5.835	-0.017
<i>Asteraceae</i>	2	0.006	0.000034	-5.142	-0.030
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	8	0.023	0.000547	-3.755	-0.088
<i>Spermacoce tenuior</i> L.	17	0.050	0.002471	-3.002	-0.149
<i>Solanum americanum</i> Mill.	7	0.020	0.000419	-3.889	-0.080
<i>trifolium</i> sp.	50	0.146	0.021374	-1.923	-0.281
Total de individuos	342		0.385760		-1.500

Cuadro 14. Índices de alfa - diversidad.

Índice	Valor	Mínimo	Máximo
Índice Simpson	0.614	0	$1-1/S = 1-1/364 = \mathbf{0.997}$
Índice Shannon-Wiener	1.500	0	$\ln(S) = \ln(342) = \mathbf{5.835}$
Índice Pielou	0.257	0	1

Según el índice de Simpson (0.614), la diversidad tiende a la uniformidad ya que se acerca más a 0.997 que, a cero, y al mismo resultado se llega con los índices de Shannon - Wiener (1.5, que se acerca más a cero que a 5.835) y de Pielou (0.257, que se acerca más a cero que a 1). En conclusión, la población tiende a la uniformidad puesto que, pese a que existe una especie dominante, no existe una clara distinción entre el resto de las especies. Si todas las especies se encontraran en iguales proporciones, la población se consideraría uniforme ya que las especies dominan de igual manera, pero ya que existe una especie que se distingue de las demás, hace que la población sea más des uniforme. Esto puede deberse a las actividades humanas que se realizan en el lugar, que pueden reducir la uniformidad de forma directa o indirecta.

La beta - diversidad se calculó utilizando el índice de sorensen, con el fin de tener una idea de cómo se distribuyen las especies de arvenses en la finca, en el cuadro 14 se presenta el índice de sorensen por cada parcela muestreada. Lo primero que es necesario observar es que la *Commelina difusa* aparece en 12 de las 13 parcelas muestreadas y que la parcela 10, ubicada al norte de la finca se distingue de todas las demás puesto que sus especies son diferentes.

En el cuadro 15 se presentan el índice de sorensen por cada parcela muestreada.

Cuadro 15. Índice de sorensen comparando cada parcela muestreada.

Parcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0.33											
3	0.33	0.25										
4	0.50	0.67	0.33									
5	0.57	0.57	0.22	0.57								
6	0.50	0.33	0.33	1.00	0.57							
7	0.80	0.29	0.29	0.40	0.50	0.40						
8	0.80	0.29	0.29	0.40	0.50	0.40	0.67					
9	1.00	0.33	0.33	0.50	0.57	0.50	0.80	0.80				
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
11	0.40	0.29	0.57	0.40	0.50	0.40	0.33	0.33	0.40	0.00		
12	0.40	0.29	0.29	0.40	0.25	0.40	0.33	0.33	0.40	0.33	0.67	
13	0.40	0.29	0.29	0.40	0.25	0.40	0.33	0.33	0.40	0.33	0.33	0.67

Por otra parte, las parcelas 1, 7, 8 y 9 son muy parecidas (con coeficiente mayor de 0.80) y a excepción de la parcela 1, son las que se encuentran en el centro de la finca. Las parcelas 2, 4 y 5, que son las parcelas del sur, son parecidas entre sí y la 11 y 12, al norte se pueden agrupar también.

6. CONCLUSIONES

1. De acuerdo con la composición florística obtenida en el área investigada, se lograron identificar botánicamente 15 especies de arvenses presentes en el agrosistema del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) de finca El Carmen.
2. Se logró determinar el valor de importancia de las especies arvenses identificadas en donde la suma de los porcentajes de densidad, cobertura y frecuencia nos indican que la especie *Commelina difusa* es la especie que presenta el mayor valor de importancia teniendo un aprovechamiento más eficiente de energía y asegurando su supervivencia en el mismo. Las especies que tienen un valor de importancia significativo en relación con otras especies son: *Solanum americanum* y *Trifolium sp.*
3. Los coeficientes de alfa-diversidad determinados indican que la población de arvenses tiende a la uniformidad pese a la dominancia de *C. difusa*. Esto se debe a que no se observa un patrón bien definido en la dominancia de las demás especies. Por otra parte, se determinó el coeficiente de sorensen para comparar las parcelas, y se determinó que la distribución de las especies del sur es diferente a las del norte, aunque *C. difusa* se distribuye uniformemente en toda el área.

7. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda actualizar periódicamente el inventario de especies arvenses para conocer la dinámica y comportamiento de vida de estas e ir identificando cuales son las especies que predominan en el cultivo en función del tiempo.
2. Es necesario implementar un manejo adecuado de las especies arvenses para su control y que sea específico de las especies dominantes, así como la disminución de herbicidas ya que estas mismas pueden ser hospederos de insectos benéficos para el cultivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

5. Altieri, MA. 1996. Ecología y manejo de malezas. En: Módulo 2 para Diplomado de Posgrado en Agroecología y Agricultura Sostenible. La Habana, Cuba, CEAS / ISCAH. p. 125-146.
6. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, Guatemala). 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. p. 20, 25.
7. Azurdia Pérez, CA. 1981. Estudio de las malezas en el valle Oaxaca. Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. p. 3.
8. Baker, HG. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. *In* HG Baker and GL Stebbins (eds.). The genetics of colonising species. Nueva York, USA, Academic Press. p. 147-172.
9. Cock, MJ. 1996. Control biológico de las malezas. En: Labrada, R.; Caseley, J. C. y Parker, C. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, Italia, FAO, Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal, v. 120, p. 185-192.
10. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala). 2008. Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico. Guatemala, CONAP, Oficina Técnica de Biodiversidad. 650 p.
11. Congreso de la República de Guatemala. 1996. Decreto número 101-96: Ley forestal. Diario de Centroamérica, Guatemala, diciembre 4:1129-1136.
12. Ferriol Molina, M; Merle Farinós, H. 2012. Los componentes Alfa, Beta y Gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de las comunidades vegetales. Artículo docente. Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. p. 1-10. <http://riunet.upv.es/handle/10251/16285>. Ultimo acceso: agosto de 2013.
13. García, TL; Fernández Quintanilla, C. 1992. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Madrid, España, Ministerio de la Agricultura, Pesca y Extensión Agraria.
14. Gil Esturban, EA. 2008. Diagnóstico de los recursos naturales y caracterización del recurso hídrico superficial de la subcuenca Río Hondo, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 109 p.
15. Gómez, AA; Rivera, PH. 1995. Descripción de arvenses en plantaciones de café. Colombia, CENICAFE. 490 p.
16. Gómez Aristizabal, A. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Chinchina, Caldas, Colombia, CENICAFE. p 10.

17. Halffter, G; Soberón, J; Koleff, P; Melic, A. (eds.) 2005. Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio 4:1-6. <http://sea-entomologia.org/m3m/pdfs/resumenenes.pdf>
18. IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Guatemala). 2012. Perfil ambiental de Guatemala 2010-2012: Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. Guatemala. 440 p.
19. INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 6 p. (Manual no. 1).
20. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2015. Meteorología: Series mensuales. Guatemala. Consultado 5 oct. 2015. <http://insivumeh.gob.gt>
21. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2001. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 - Memoria técnica-. Guatemala, Plan de Acción Forestal para Guatemala / Instituto Nacional de Bosques. 150 p.
22. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala). 2007. Acuerdo gubernativo 63-2007: Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos. Guatemala. 61 p.
23. Martínez Ovalle, M de J. 1978. Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la costa sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 61.
24. Matteucci, SD; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, US, OEA. 168 p. (Serie Biología, monografía no. 22).
25. Monroig inglés, MF. 2011. Manual para una caficultura sostenible en Puerto Rico. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas, Servicio de Extensión Agrícola. p. 4-21. Consultado 23 set. 2017. http://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj1794/Manual_de_Caficultura_Sostenible.pdf
26. Pareja, MR. 1986. Biología y ecología de malezas como base para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas (MIM). Turrialba, Costa Rica, CATIE. p 5-10.
27. Radosevich, SR; Holt, JS; Ghera, CM. 1997. Weed ecology: Implications for weed management. 2 ed. New York, USA; John Wiley.
28. Sonco Suri, R. 2013. Estudio de la diversidad alfa () y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz, Bolivia. La Paz, Bolivia,

Universidad de San Andrés, Facultad de Agronomía. 126 p. Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 12:213– 251.

 Rolando Barrios

9. ANEXOS



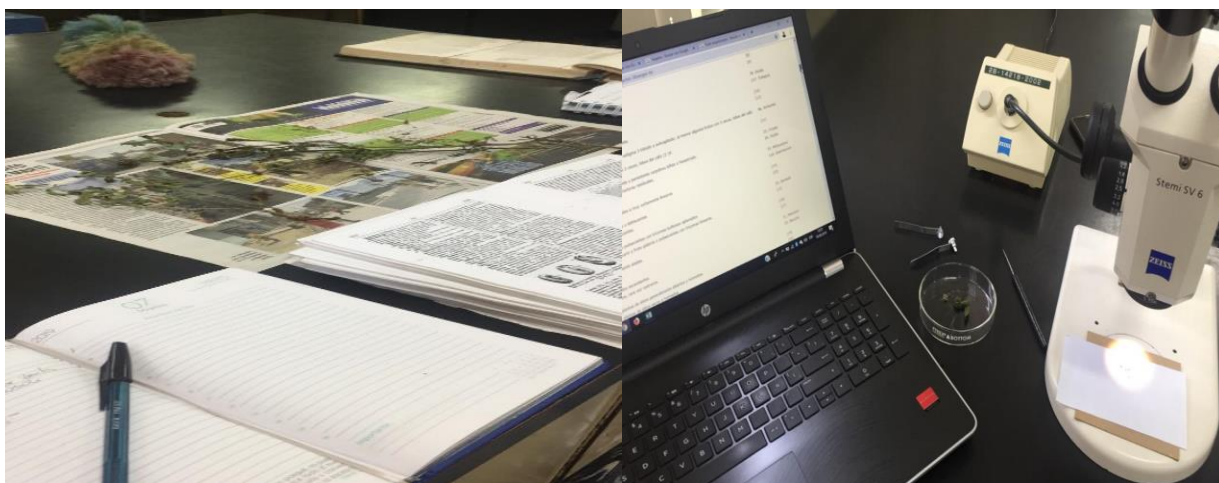
Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 17A. Colecta de muestras en el campo y prensado.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 18A. Área de muestreo.



Fuente: elaboración propia, 2019.
Figura 19A. Determinación botánica de las especies arvenses.



3.1 PRESENTACIÓN

Los servicios realizados para la finca El Carmen, fueron la actualización en la medición de las parcelas de la finca El Carmen utilizando un GPS, la elaboración de un estudio de capacidad de uso de la tierra -ECUT- de la finca y la obtención de una muestra y análisis de la fertilidad del suelo de la finca.

El primer servicio consistió en la medición de las parcelas que actualmente componen la finca, la cual ha tenido algunas variaciones debido a la adquisición y venta de algunos terrenos. Este servicio se realizó identificando cada mojón, lindero y colindancia de la finca y midiendo su ubicación geoespacial con la ayuda de un dispositivo GPS. Se debe tomar en cuenta que debido a la limitación de recursos fue realizado de esta manera, sin embargo, se obtiene una buena precisión.

El segundo servicio tuvo como propósito obtener un panorama general de la situación actual de la finca sobre su capacidad de uso de la tierra con el fin de dar pautas para un manejo adecuado del recurso suelo y evitar su degradación. La metodología de elaboración del ECUT se llevó a cabo según lo establecido por el INAB (2000) en su metodología de clasificación de tierras para Guatemala, la cual se resume en una primera etapa de gabinete en donde se obtiene de fuentes secundarias toda la información posible de la finca; una etapa de campo en donde se midieron las variables físicas para clasificar la tierra según su capacidad de uso (pendiente, profundidad efectiva del suelo, pedregosidad y drenaje) y una segunda etapa de gabinete que consistió en ordenar, sistematizar y analizar toda la información recopilada para al final redactar los documentos.

El tercer servicio consistió en la toma de muestras y análisis de la fertilidad de suelos con el fin de realizar recomendaciones correctivas sobre el tema.

3.2. SERVICIO 1. MEDICIÓN DE LAS PARCELAS QUE COMPONEN LA FINCA

3.2.1. OBJETIVOS

1. Identificar el número de parcelas que en la actualidad componen la finca.
2. Determinar la superficie total y por parcela de la finca.

3.2.2. METODOLOGÍA

A. Fase de gabinete inicial

Se obtuvo información del personal de la finca sobre la cantidad de parcelas que anteriormente componían la finca y sobre el número de parcelas que actualmente la componen, así como los cambios que han suscitado a través del tiempo. Posteriormente se planificó el trabajo de campo que se realizaría para identificar cada mojón y lindero, con el personal que conoce el área.

B. Fase de campo

Con la ayuda del personal de campo que conoce la finca, se caminó a cada mojón y se ubicó geográficamente cada punto con la ayuda de un GPS, anotando también la información en una libreta para asegurar los datos. Esto se realizó en toda la finca.

C. Fase de gabinete final

Se tabuló y sistematizó toda la información recopilada con el GPS y con la ayuda de un software de SIG, se creó una base de datos y se dibujaron los polígonos que conforman la finca, la cual también se contrastó con una ortofoto del área y las opiniones del personal para corroborar la información.

3.2.3. RESULTADOS

En la figura 20 se muestra la ubicación de la finca El Carmen. Se puede observar que su superficie se divide en dos municipios de Santa Rosa: Santa Cruz Naranjo y Barberena, aunque la mayor parte se encuentra en el primero.

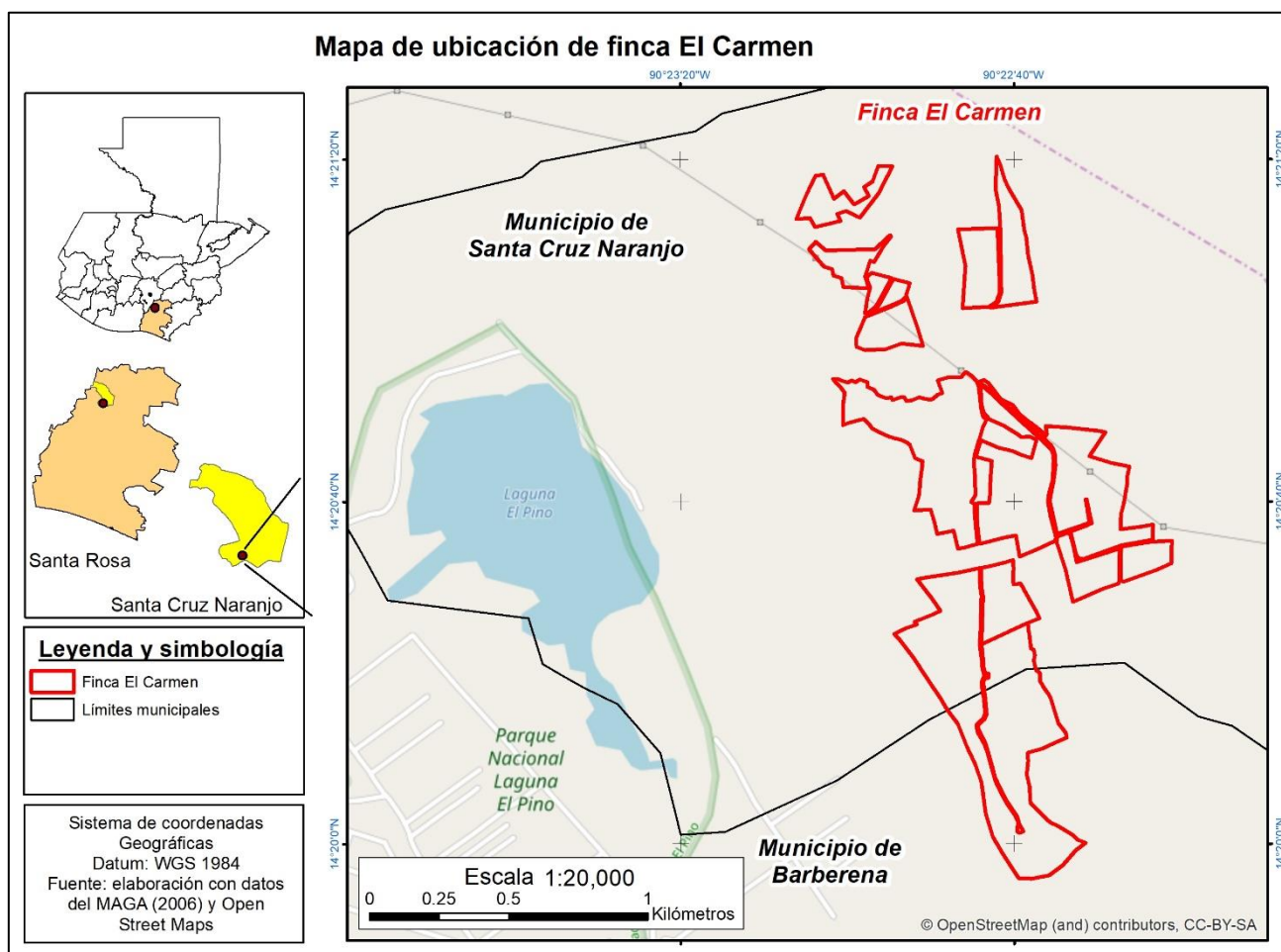


Figura 20. Mapa de ubicación de la finca El Carmen.

Según información de fuentes secundarias, anteriormente la finca tenía una superficie de 932,322.72 m² equivalentes a 133.43 mz, dividida en 28 lotes tal como se puede observar en la figura 2. Según los resultados de la medición, actualmente la finca ha disminuido su superficie a 919,650.87 m², equivalentes a 131.38 mz debido a la reducción de la superficie del lote 13. Además de ello, se han adquirido dos nuevos lotes al norte de la finca que son las parcelas 29 y 30, tal como se puede observar en el cuadro 16 y figura 21 Y 22.

Cuadro 16. Superficie abarcada por las parcelas de la finca El Carmen.

No.	Parcela	Superficie	
		m ²	mz
1	El Collolar	21,115.59	3.02
2	Pimiento	7,780.49	1.11
3	La Juanita	8,736.92	1.25
4	La Perla	28,559.09	4.08
5	Cienega	36,016.18	5.15
6	El Triunfo	42,644.64	6.09
7	El Matazano	18,712.99	2.67
8	Bolaños	27,027.90	3.86
9	Rancho Quemado	11,502.62	1.64
10	Hashtes	8,195.34	1.17
11	Bernabé	29,104.76	4.16
12	El Mora	57,848.46	8.26
13	Gilberto Caravantes	21,022.04	3.00
13	Gilberto Caravantes	10,659.20	1.52
14	El Higuerillal	25,753.61	3.68
14	El Higuerillal	53,243.62	7.61
14	El Higuerillal	8,837.21	1.26
15	Miramundo	31,710.79	4.53
16	La Plantillona	37,490.88	5.36
17	El Anonito	41,635.93	5.95
17	El Anonito	32,881.66	4.70
18	La Tencha	17,319.76	2.47
19	Piedra Negra	28,190.15	4.03
19	Piedra Negra	31,855.68	4.55
20	El Zapote	25,426.62	3.63
21	Victorias	16,103.47	2.30

Continuación del cuadro 16			
22	Lote 6	56,661.91	8.09
22	Lote 6	3,571.98	0.51
23	Lote 5	28,839.92	4.12
24	Lote 4	48,661.85	6.95
25	Lote 2	29,185.75	4.17
26	Lote 3	19,162.47	2.74
27	Lote 0	6,408.78	0.92
28	Lote 1	20,057.50	2.87
29	Nueva 1	13,698.31	1.96
30	Nueva 3	6,892.85	0.98
30	Nueva 2	7,133.93	1.02
	Total	919,650.87	131.38

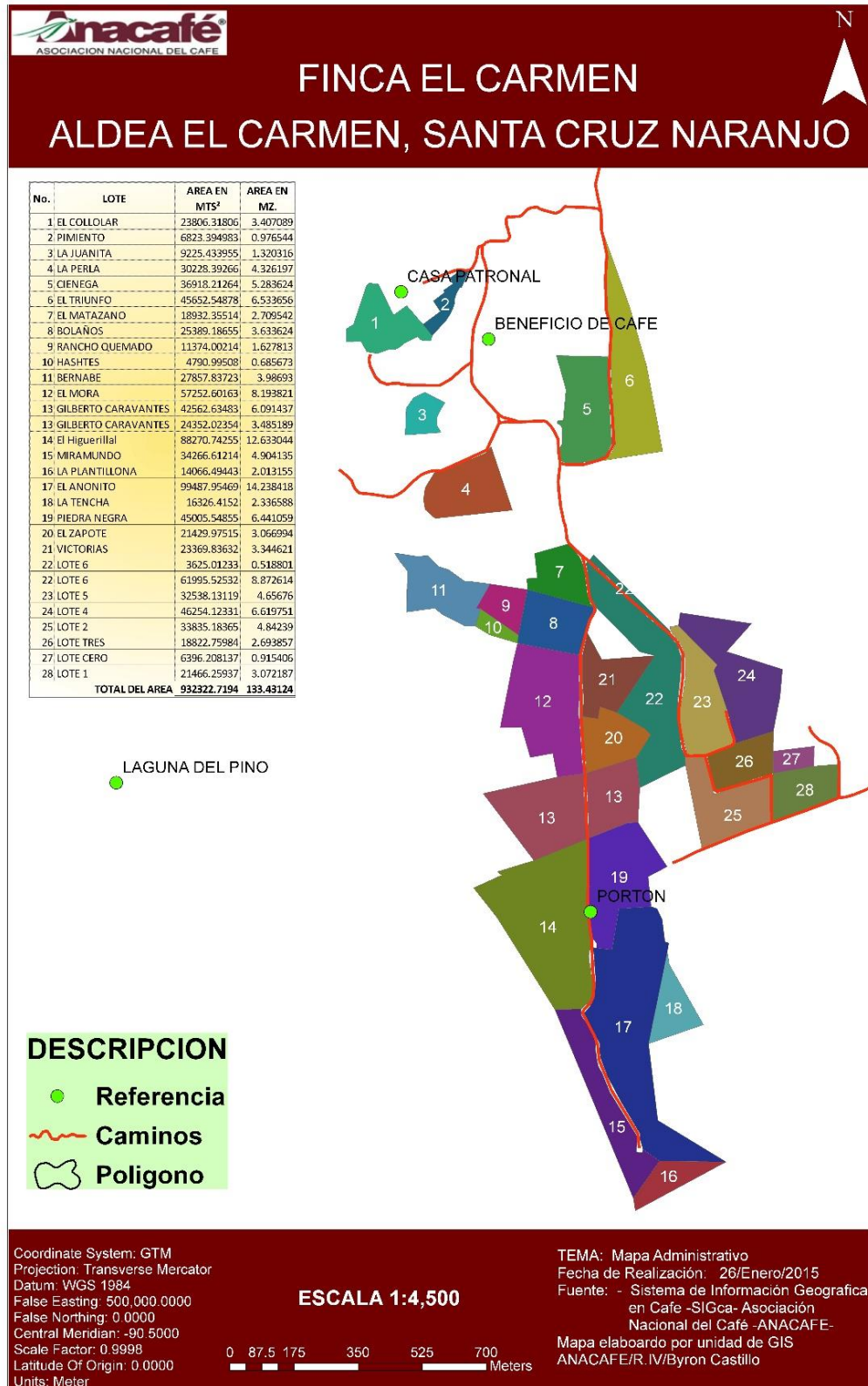


Figura 21. Mapa del parcelamiento de la finca El Carmen en el año 2015.

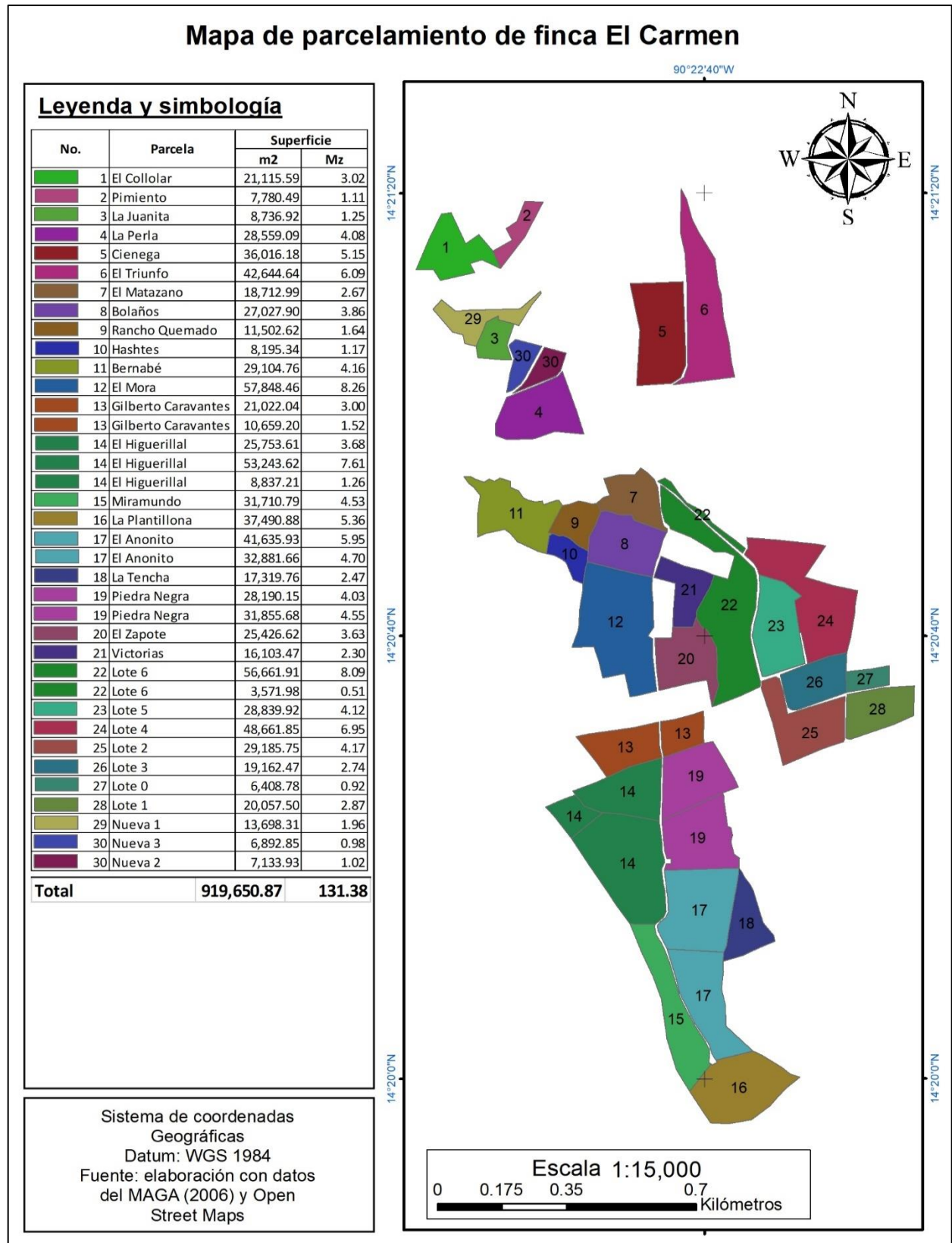


Figura 22. Mapa del parcelamiento de la finca en el año 2018.

3.2.4. EVALUACIÓN

La superficie total del área productiva de café de la finca es de 131.38 mz haciendo un total de 91.97 ha para el cultivo de café. Logrando realizar una medición exacta para los propietarios de la finca El Carmen.

3.3. SERVICIO 2. ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA EN LA FINCA EL CARMEN

3.3.1. OBJETIVOS

1. Determinar la capacidad de uso de la tierra en la finca.
2. Determinar la intensidad de uso de la tierra en la finca.
3. Generar recomendaciones de manejo para la conservación del suelo de la finca.

3.3.2. METODOLOGÍA

La metodología empleada es la metodología de clasificación de tierras del INAB, publicada en el año 2000. A continuación, se presenta un resumen de ésta:

A. Fase de campo

a. Unidades de observación

Las unidades de observación estuvieron constituidas por cada parcela de la finca según la figura 3 presentada en el servicio anterior. Con base en esta información, se fijaron los puntos de observación en el mapa y posteriormente se procedió a realizar el trabajo de campo.

b. Medición de los factores que determinan la capacidad de uso de la tierra

Tal como lo establece la metodología del INAB, se midieron las cuatro variables para clasificar la tierra según su capacidad de uso: pendiente, profundidad efectiva, pedregosidad y drenaje. Para medir cada variable se realizó lo siguiente:

- **Pendientes**

Se realizó un recorrido en cada parcela y se recopiló la información correspondiente a la pendiente predominante de cada unidad de mapeo utilizando un dispositivo GPS y una aplicación de móvil denominada “clinometer”.

- **Profundidad efectiva del suelo**

Se determinó excavando agujeros con una doble pala y midiendo su profundidad según las unidades de observación establecidas. Dicha profundidad se midió en función de la existencia de cuerpos que mecánicamente impiden o limitan el desarrollo radical tal como rocas, estratos compactados o endurecidos, áreas en donde se encuentra el nivel freático, etc.

- **Pedregosidad**

La pedregosidad superficial se determinó a través de la observación y la pedregosidad interna se midió calculando el volumen que ocupan las piedras por volumen de suelo en los mismos puntos de muestreo para determinar la profundidad efectiva.

- **Drenaje**

Se identificaron los lugares que por el anegamiento no se desarrollan cultivos y por lo tanto no usan esas áreas o las usan de una manera limitada y también los lugares que por sus características de suelo o pendientes no hay problemas. Con estas referencias se ubicaron los lugares y se georeferenciaron con el dispositivo GPS.

c. Determinación de la cobertura y uso de la tierra

Esta se realizó caminando por el lugar y observando la cobertura vegetal actual. También se observó y recopiló información sobre características principales de los sistemas productivos de la zona.

B. Fase de gabinete

En esta fase se procedió a ordenar la información recopilada en el campo, la cual fue complementada con información recopilada por medios digitales y cartográficos. Con esta información se elaboraron los mapas de ubicación, pendientes, profundidad efectiva y cobertura vegetal, los cuales fueron analizados y utilizados como base para elaborar los mapas de capacidad e intensidad de uso. Esto se detalla a continuación:

a. Recopilación y análisis de información biofísica sobre el área de estudio

Se realizó con el fin de tener un conocimiento general acerca del clima, zonas de vida, flora, fauna, hidrología y suelos del área de estudio antes del trabajo de campo. Para ello se revisaron fuentes secundarias de información tales como planes de desarrollo municipal, planes de ordenamiento territorial de los diferentes municipios, entre otras. Además de esto, se generó información sobre la ubicación geográfica de la comunidad, ubicación política y acceso utilizando para ello el software de información geográfica.

b. Elaboración del material cartográfico

El material cartográfico se elaboró utilizando distintos softwares de información geográfica. Para ello se utilizaron distintas fuentes entre las que cabe mencionar la base de datos del MAGA, 2006 (shapes de municipios, departamentos, curvas a nivel, entre otros, los cuales fueron elaborados a escala 1:250,000; fotografías aéreas de Guatemala 2005 – 2006, con 50 cm de resolución, MAGA, 2007; imágenes satelitales de Guatemala, Landsat 7+ETM, 2010, con 30 m de resolución), las hojas cartográficas de Guatemala (hojas topográficas

1:50,000, IGN, 2005 – 2006, editadas en el 2010), la base de datos de Google Maps (fotografías aéreas) y la información recopilada en el campo.

Los materiales obtenidos fueron los siguientes:

- Mapa de ubicación geográfica.
- Mapa de pendientes.
- Mapa de profundidad efectiva del suelo.
- Mapa de clasificación de tierras por su capacidad de uso.
- Mapa de uso actual de la tierra.
- Mapa de intensidad de uso.

3.3.3. RESULTADOS

Según la metodología desarrollada por el INAB, la finca se encuentra en la región natural de las Tierras altas volcánicas, cuyo relieve es inclinado y presenta pendientes que van del 12 al 55 %. La mayor parte del territorio 49.96 % presenta pendientes entre el 12 % - 26 %.

El 79 % del territorio tiene una profundidad efectiva de 20 cm – 50 cm, y el 21 % entre el 50 al 90 cm. Estas características determinan que el 2 % se clasifique como Agricultura con mejoras “Am”, el 75 % como Sistemas silvopastoriles / Agroforestería con cultivos perennes “Ss/Ap”, y el 23 % Agroforestería con cultivos perennes / tierras forestales para producción.

Todo el territorio está cubierto por café. Esto provoca que el 2 % se encuentre subutilizado, el 75 % se encuentre en el uso correcto y el 23 % se encuentre en sobre uso. Dada ésta última categoría, se recomienda utilizar medidas de conservación de suelos tales como siembras en contorno y barreras vivas o muertas para evitar la degradación del suelo.

Los resultados de los ECUT se presentan en los cuadros 17 se presenta la pendiente de la finca El Carme, en cuadro 18 profundidad efectiva del suelo de finca, Cuadro 19 Capacidad de uso de la tierra de finca y cuadro 20 Intensidad de uso de la tierra de finca El Carmen y figuras 23 – 26.

Cuadro 17. Pendientes de la finca El Carmen.

Pendiente	Superficie		
	m²	Mz	%
< 12 %	16,617.71	2.37	1.81
12 % – 26 %	459,426.71	65.63	49.96
12 % - 26 %	235,628.49	33.66	25.62
36 % - 55%	207,977.96	29.71	22.61
Total	919,650.87	131.38	100.00

Cuadro 18. Profundidad efectiva del suelo de finca El Carmen.

Profundidad efectiva	Superficie		
	m²	Mz	%
20 cm - 50 cm	724,689.95	103.53	78.80
50 cm - 90 cm	194,960.92	27.85	21.20
Total	919,650.87	131.38	100.00

Cuadro 19. Capacidad de uso de la tierra de finca El Carmen.

Capacidad de uso	Superficie		
	m²	mz	%
Ap / F	207,977.96	29.71	22.61
Ss / Ap	695,055.20	99.29	75.58
Am / Aa	16,617.71	2.37	1.81
Total	919,650.87	131.38	100.00

Cuadro 20. Intensidad de uso de la tierra de finca El Carmen.

Intensidad de uso	Superficie		
	m²	Mz	%
Sub uso	16,617.71	2.37	1.81
Uso correcto	695,055.20	99.29	75.58
Sobre uso	207,977.96	29.71	22.61
Total	919,650.87	131.38	100.00

En la figura 24. Mapa de profundidad efectiva del suelo de finca El Carmen; figura 25. Mapa de capacidad de uso de la tierra de finca El Carmen y figura 26. Mapa de intensidad de uso de la tierra de finca El Carmen.

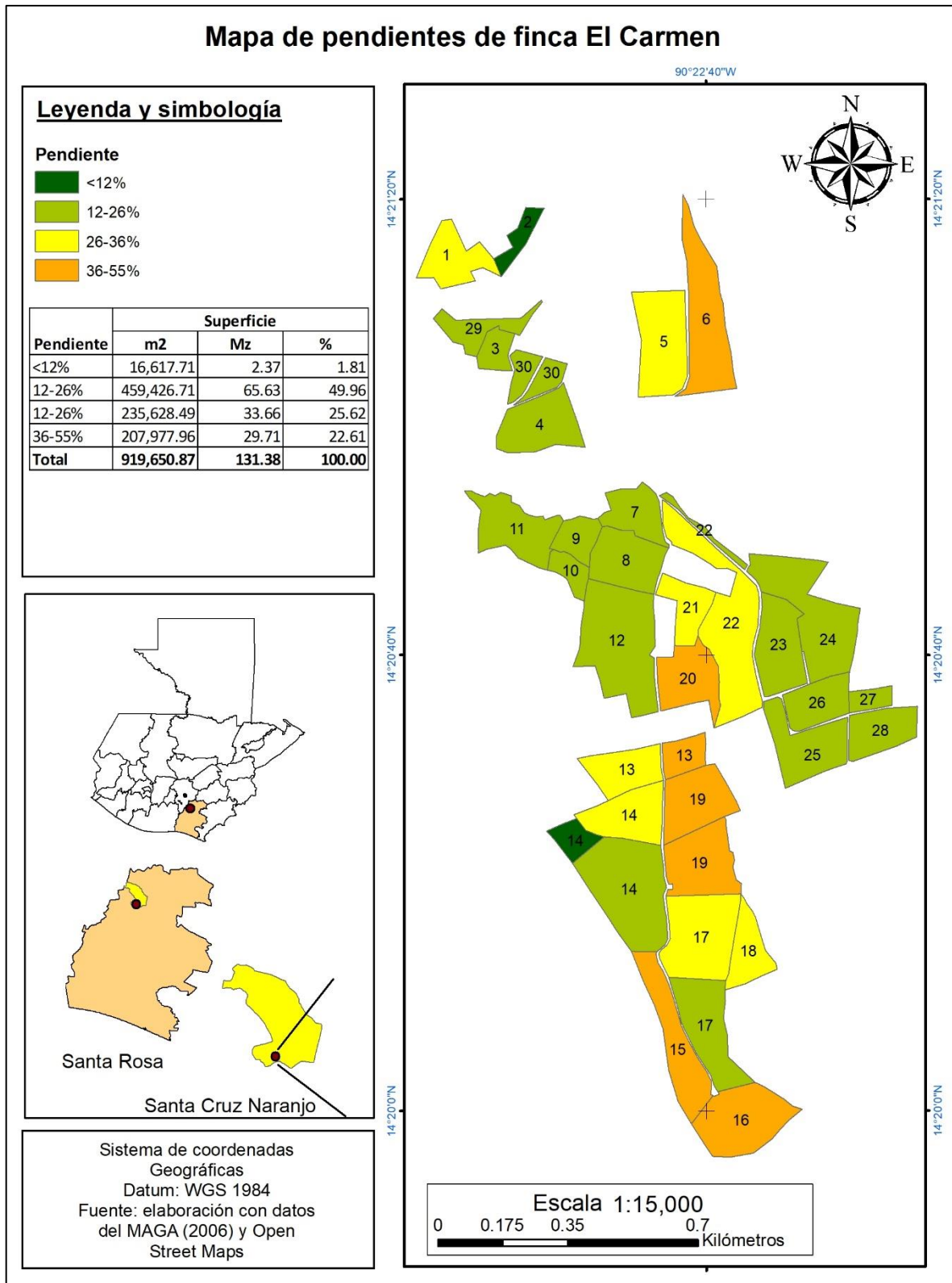


Figura 23. Mapa de pendientes de finca El Carmen.

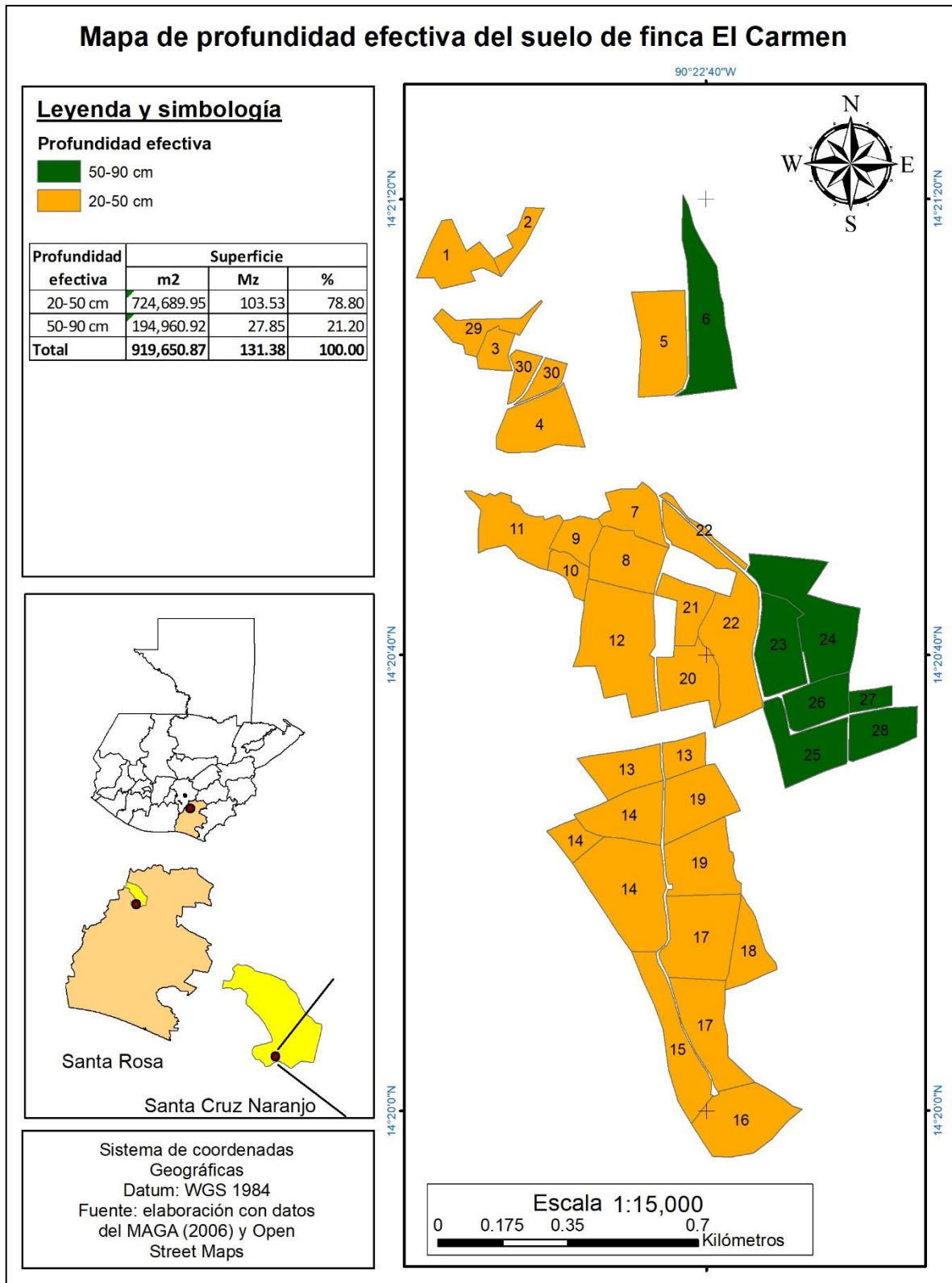


Figura 24. Mapa de profundidad efectiva del suelo de finca El Carmen.

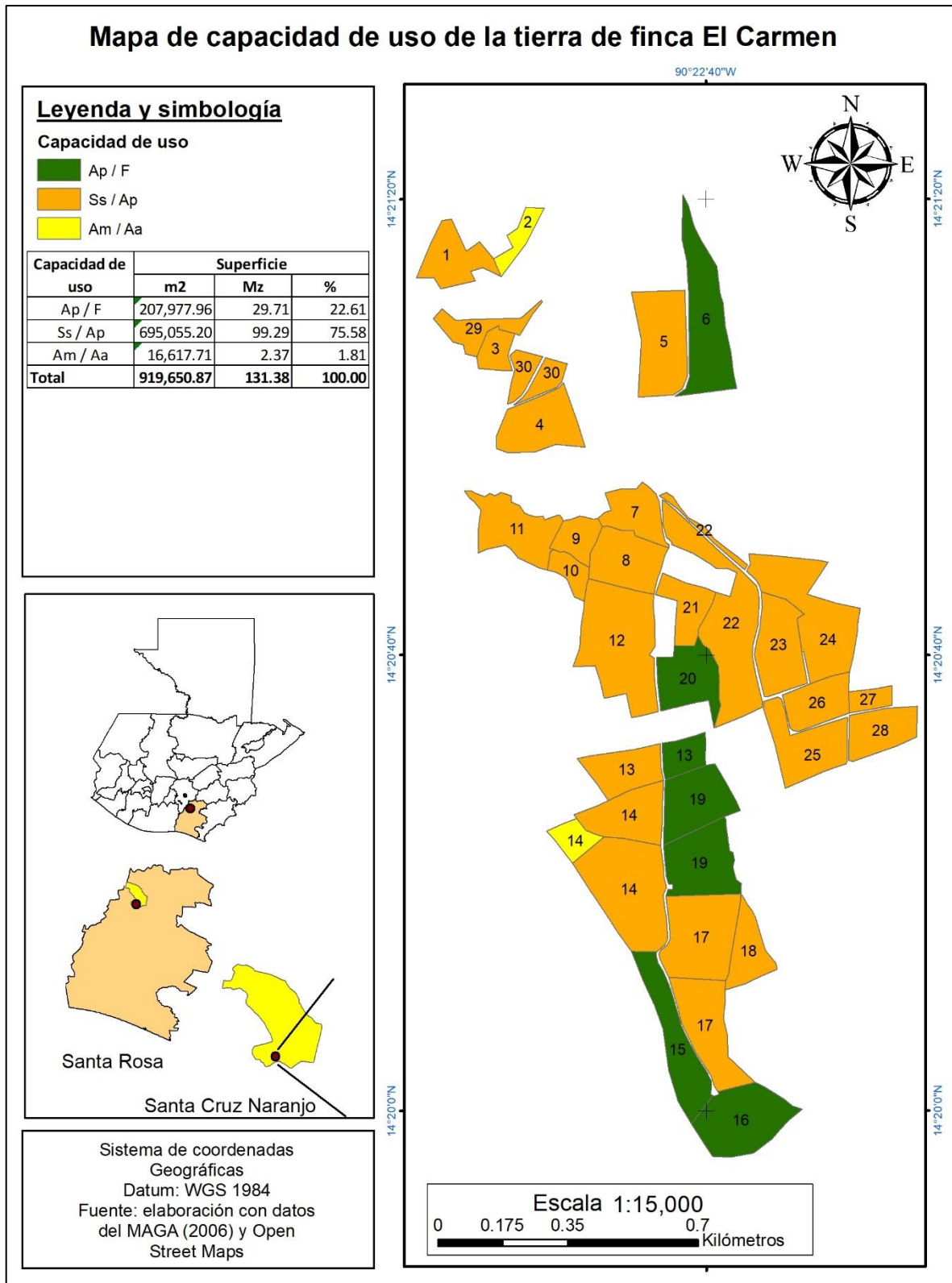


Figura 25. Mapa de capacidad de uso de la tierra de finca El Carmen.

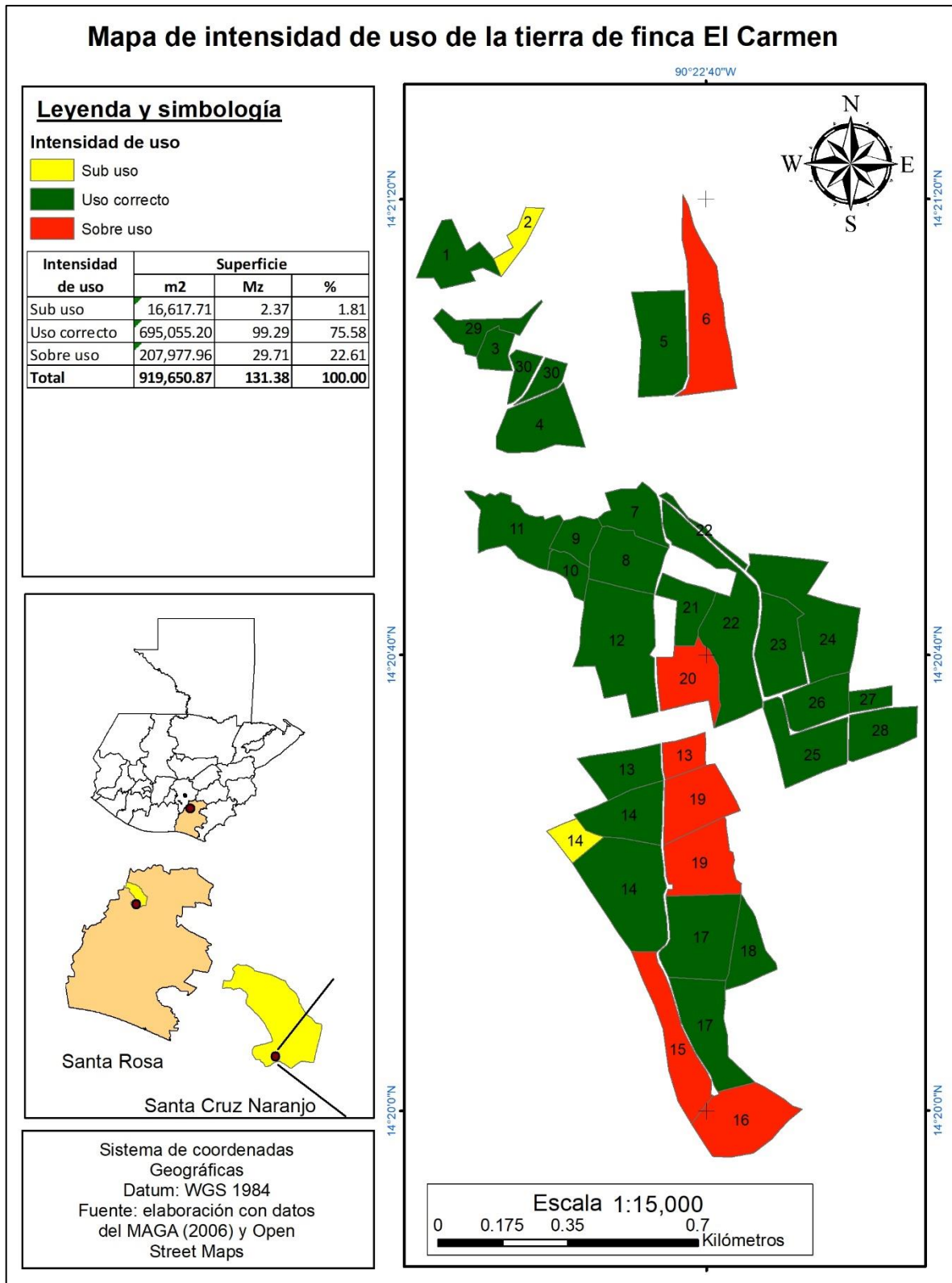


Figura 26. Mapa de intensidad de uso de la tierra de finca.

3.3.4. EVALUACIÓN

Los mapas fueron elaborados con la información y presentados con el modelo de presentación de ECUT, el cual no todas las parcelas tenían la disponibilidad de la información cartográfica, como logros obtenidos del servicio fue la elaboración de mapas de la finca la cual determinaron el área total de la propiedad.

3.4. SERVICIO 3. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DEL SUELO DE FINCA EL CARMEN

3.4.1. OBJETIVOS

Identificar deficiencias de nutrientes en el suelo.

3.4.2. METODOLOGÍA

Se realizó un diagnóstico de la fertilidad del suelo de la comunidad como un reconocimiento general que permita sentar las bases para un diagnóstico más detallado y dar pautas generales de manejo de la fertilidad del suelo.

A. Muestreo

El muestreo de suelo se realizó de la siguiente manera:

- Se hizo un sondeo de las condiciones de la finca y las principales actividades productivas, basado principalmente en las unidades de mapeo.
- A través de un caminamiento por el campo se reconoció de manera general las condiciones biofísicas del lugar, observando la vegetación natural, los cultivos establecidos, sus edades y variedades, las condiciones de manejo, insumos utilizados, fertilizaciones (qué, cuánto y cuándo aplican), rendimientos, etc.
- Se reconoció el terreno y se corroboró el croquis de este. Se tomaron puntos de georeferencia con un dispositivo GPS.
- Se obtuvieron las muestras basadas también en características físicas del suelo como pendiente, el color del suelo, textura, profundidad, anegación, etc.

- Se muestrearon dos estratos, el primero se encuentra a una profundidad de 15 cm a 30 cm.
- Cada muestra constó de una libra de suelo aproximadamente, se colocó en una bolsa plástica, y será identificó con una ficha que tenía datos de:
 - Propietario.
 - Comunidad.
 - Lote o tablón.
 - Municipio.
 - Fecha de muestreo.
 - Lugar de muestra: “banda de fertilización” ó “entre surco”.
 - Profundidad de muestreo.

B. Envío de muestras al laboratorio de suelos

Las muestras se enviaron lo más pronto posible al laboratorio de Analab para determinar su contenido nutrimental.

C. Interpretación de resultados

Los resultados del laboratorio fueron interpretados y analizados para posteriormente realizar el informe del diagnóstico de la fertilidad del suelo del área correspondiente.

3.4.3. RESULTADOS

Según los resultados del estudio, el principal problema que se presenta es la deficiencia de fósforo, característica de los suelos en donde se encuentra asentada la finca. Es necesario suplir esta deficiencia para lograr mejores rendimientos considerando no generar desbalances en otros nutrientes (Figura 27).

ORDEN: 25 - 1705 ANÁLISIS: AS-2
 CLIENTE: MORALES LECHUGA, IVAN RICARDO
 FINCA: EL CARMEN Y ANEXOS
 LOCALIZACIÓN: SANTA CRUZ NARANJO SANTA ROSA
 CULTIVO: CAFÉ
 Fecha de Ingreso: 23/02/2018 Fecha de Ejecución: 02/03/2018 15:31 Fecha de Impresión: 06/03/2018



Informe de Resultados de Análisis de Suelos

Identificación de la Muestra		mg/L		Cmol(+) / L		mg/L		Cmol(+) / L		mg/L		%	
No.	Niveles Adecuados -->	pH	Boro	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Cobre	Al	Hierro	Manganeso	Zinc
6757	LOTE ABAJO DE 0-20 CM	5.5-6.5	1-5	15-30	0.2-1.5	4-20	1-10	10-100	0.1-2.5	0.3-1.5	20-150	8-80	0.2-2
6758	LOTE ABAJO DE 20-40 CM	5.62	2.11	10.41	0.70	6.03	1.87	19.96	3.49	0.21	69.60	33.12	2.47
6759	LOTE ARRIBA DE 0-20 CM	5.59	1.63	10.13	0.63	6.30	2.11	35.08	2.50	0.18	61.18	31.24	1.39
6760	LOTE ARRIBA DE 20-40 CM	5.63	1.90	17.04	0.75	7.30	1.84	19.77	3.72	0.17	85.22	37.02	2.08
6761	LOTE PLAN 0-20 CM	5.70	1.30	13.85	0.67	6.48	1.84	24.72	2.65	0.16	61.50	32.98	1.26
6762	LOTE PLAN DE 20-40 CM	5.67	1.08	8.00	0.58	7.21	2.56	13.49	1.65	0.13	43.22	21.00	1.22
		5.95	0.76	8.06	0.52	6.24	2.58	21.06	1.24	0.11	32.94	15.83	0.91

*A.L.: Acidez Intercambiable (Hidrogeno + Aluminio)

*M.O.: Materia Orgánica

*C.S.: Concentración de sales

Identificación de la Muestra		Cmol(+) / L		Porcentaje de Saturación en la CICE		Equilibrio de Bases		Nomenclatura	
Muestra	Niveles Adecuados -->	*CICE	K	Ca	Mg	Al	Ca/K	Mg/K	Ca/Mg
6757	LOTE ABAJO DE 0-20 CM	8.81	7.95	68.44	21.23	2.38	8.61	2.67	3.22
6758	LOTE ABAJO DE 20-40 CM	9.22	6.83	68.33	22.89	1.95	10.00	3.35	2.99
6759	LOTE ARRIBA DE 0-20 CM	10.06	7.46	72.56	18.29	1.69	9.73	2.45	3.97
6760	LOTE ARRIBA DE 20-40 CM	9.15	7.32	70.82	20.11	1.75	9.67	2.75	3.52
6761	LOTE PLAN 0-20 CM	10.48	5.53	68.80	24.43	1.24	12.43	4.41	2.82
6762	LOTE PLAN DE 20-40 CM	9.45	5.50	66.03	27.30	1.16	12.00	4.96	2.42

*CICE=Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

● Bajo o Fuera de Rango
 ● Adecuado
 ● Alto
 Al = Aluminio
 Mg = Magnesio
 Ca = Calcio
 K = Potasio

Materia orgánica: Método de digestión ácida Walkley y Black.

pH: Determinación por potenciometría en relación 1:2.5 Suelo:Agua.

Solución extractante para Acidez Intercambiable: KCl 1 Normal, cuantificación por volumetría.

Solución extractante para Azufre y Boro: Fosfato ácido de calcio, cuantificación por espectrofotometría visible.

Solución extractante para Calcio, Magnesio: KCl 1 Normal, cuantificación por Absorción Atómica.

Solución extractante para Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc con : DTPA (ácido dietilentriaminopentaoxiácido), cuantificación por espectrofotometría de plasma de acoplamiento inductivo ICP.

Solución extractante para Fósforo: Olan modificado, cuantificación por espectrofotometría visible.

Solución extractante para Potasio: Olan modificado, cuantificación por Absorción Atómica.

- 1.- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL.
- 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.
- 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.
- 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Ing. Doris...
 Coordinador de Analab

Figura 27. Resultados del laboratorio de suelos.

3.4.4. EVALUACIÓN

Con este servicio se satisfizo parte de la demanda de los propietarios de la Finca, para la identificación de los recursos naturales (suelo) de su propiedad y determinar si es o no apropiado para la plantación establecida y con ello determinar si es necesaria hacer algunas enmiendas al suelo, el principal logro fue generar la información técnica para las plantaciones de café establecida.

3.5. Bibliografía

INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 6 p. (Manual no. 1).

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 2005. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hojas topográficas y hojas aéreas, no. 2359-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.

INE. (2002). Censo XI de población y VI de hectáreas de habitación. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala, a escala 1:250,000 - Memoria técnica-. Guatemala, Plan de Acción Forestal para Guatemala / Instituto Nacional de Bosques. 150 p.

 *Rolando Barrios*

3.6 ANEXOS



Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 28A. Uso del GPS en la finca El Carmen