

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, possibly a saint or a personification of wisdom, holding a book. Above her is a golden crown with a cross on top. To the left and right are golden columns. Below the central figure is a landscape with green hills and a white horse with a rider. The Latin text "ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERAS OBIS CONSPICUA CAROLINA" is inscribed around the perimeter of the seal.

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA FINCA  
MUNICIPAL FLORENCIA Y DEL HUERTO CHIKACH EN EL DEPARTAMENTO DE  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**ELDER RENÉ VALLE GAITÁN**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2024**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES**

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA FINCA  
MUNICIPAL FLORENCIA Y DEL HUERTO CHIKACH EN EL DEPARTAMENTO DE  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**PRESENTADA A LA HONORABLE DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**ELDER RENÉ VALLE GAITÁN**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2024**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**RECTOR EN FUNCIONES**

**M. A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DECANO**

**Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona**

**VOCAL II**

**Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez**

**VOCAL III**

**Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid**

**VOCAL IV**

**Br. Sahara Yarith Méndez Anckermann**

**VOCAL V**

**P.A.E. Yonshual Nehemías Xinico Ajú**

**SECRETARIO**

**Ing. Agr. Victor Arturo Valenzuela Morales**

**GUATEMALA, ABRIL DE 2024**



Guatemala, abril de 2024

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 informe final de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA FINCA MUNICIPAL FLORENCIA Y DEL HUERTO CHIKACH EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, 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 requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



**ELDER RENÉ VALLE GAITÁN**



## ACTO QUE DEDICO

**A:**

### **AQUELLO QUE TRASCIENDE A TODO Y A TODOS**

- PAPÁ IVÁN** Fuente de sabiduría, inteligencia, valores y amor. Por haber sido el mejor de los padres posibles.
- MIS PADRES** Claudia Gaitán y Elder Valle, por sus enseñanzas, su apoyo, sus consejos, pero sobre todo por su amor, su cariño y su ejemplo brindado al intentar siempre ser y dar más de lo que recibieron.
- MIS HERMANAS** Mylin Valle, Sharon Valle y Marni Valle, por siempre apoyarme de tantas formas, por su cariño, por los momentos vividos, por las discusiones y por enseñarme tantas cosas.
- MIS SOBRINOS** Valentina y Sebastián, que este logro y el de sus padres sean motivación, mas no presión, en sus vidas, para llegar a cumplir las metas y sueños que ustedes decidan proponerse.
- MIS TÍAS Y PRIMOS** En especial a María Renee Valle, Patricia Zamora y Guillermo Villeda por acompañarme, apoyarme y aconsejarme durante mi vida universitaria.
- MIS AMIGOS** Ustedes saben quiénes son, gracias por tantos momentos compartidos.
- DULCE AGUILAR** Por tantas cosas que no podría enlistar y que tendré que resumir diciendo gracias por existir y por iluminar mi vida.



## INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN QUE DEDICO

**A:**

Aquello que trasciende a todo y a todos

Papá Iván

Mi familia

Habitantes y empleados de Finca Municipal Florencia

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mis asesores

Mis amigos

Mis compañeros



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA POBLACIÓN DE GUATEMALA**

Por permitirme acceder a la educación superior.

### **A FINCA MUNICIPAL FLORENCIA**

Por darme la oportunidad de realizar mi EPS en sus instalaciones.

### **A MIS ASESORES**

Ing. Agr. Hermógenes Castillo, PhD. Pablo Prado y PhD. Ligia Monterroso, por el apoyo, asesoría y, sobre todo, por ser un ejemplo de profesionales al cual aspiro llegar a ser.

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Por ser mi máxima casa de estudios y permitirme vivir experiencias que me hicieron crecer profesional y personalmente.

### **A MIS AMIGOS**

A todos. Mención especial para Francisco, Carlos, Andrés, Dulce, Ermes, Pedro Pablo y Vanessa. Cada uno impactó e influyó enormemente en mí.

### **PERSONAS QUE ESCUCHAN**

En especial Licda. Martita por ayudarme a escuchar lo que se dice entre todo ese ruido.

Y a todos los aquí presentes, por compartir conmigo este día tan importante.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3.	MARCO TEÓRICO .....	5
3.1.	Marco conceptual .....	5
3.1.1.	Agroecosistema .....	5
3.1.2.	Sustentabilidad.....	6
3.1.3.	Dimensiones de la sustentabilidad.....	7
A.	Dimensión social-cultural .....	8
B.	Dimensión biofísica-ambiental .....	8
C.	Dimensión económica-productiva .....	8
D.	Dimensión político-institucional.....	8
3.1.4.	Indicadores de sustentabilidad.....	9
3.1.5.	Desarrollo.....	9
3.1.6.	Desarrollo sustentable .....	10
3.1.7.	Faro Agroecológico .....	10
3.2.	Marco referencial.....	13
3.2.1.	Localización geográfica.....	13
3.2.2.	Extensión y Límites .....	14
3.2.3.	Clima .....	16
3.2.4.	Geología.....	16
3.2.5.	Taxonomía de suelos.....	16
3.2.6.	Fisiografía .....	17
3.2.7.	Zona de vida .....	17
3.2.8.	Bosque .....	17
3.2.9.	Aspectos generales de la Finca Municipal Florencia .....	17
3.2.10.	Área agrícola de Finca Municipal Florencia .....	18
3.2.11.	Huerto Chikach .....	19
4.	OBJETIVOS .....	21
4.1.	Objetivo general .....	21
4.2.	Objetivos específicos.....	21
5.	HIPÓTESIS .....	22
6.	METODOLOGÍA.....	23
6.1.	Cálculo de índice integrado de sustentabilidad .....	23
6.1.1.	Determinación de la ubicación espacio-temporal de la investigación .....	23
6.1.2.	Revisión de información.....	23
6.1.3.	Determinación de la población en estudio .....	24
6.1.4.	Selección de variables de los sistemas productivos y elaboración de encuestas .....	24
6.1.5.	Análisis estadístico y determinación de subsistemas de producción .....	25
6.1.6.	Validación de los subsistemas de producción.....	26

6.1.7.	Caracterización de los subsistemas de producción .....	26
6.1.8.	Elaboración de indicadores por dimensión .....	26
6.1.9.	Definición y estandarización de los indicadores .....	27
6.1.10.	Elaboración de índice por dimensión (S <sub>D</sub> ) e índice integrado de desarrollo (S <sup>4</sup> ) .....	28
6.2.	Determinación y análisis de puntos críticos de la sustentabilidad.....	28
6.3.	Identificación de elementos del Huerto Chikach con potencialidad de réplica en la finca Florenca.....	29
7.	RESULTADOS.....	31
7.1.	Resultados de encuestas realizadas en las unidades productivas .....	31
7.1.1.	Dimensión institucional.....	31
A.	Instituciones.....	31
B.	Servicios públicos.....	32
C.	Capacidad de gestión de productores .....	33
7.1.2.	Dimensión social-cultural.....	34
A.	Tenencia de la tierra .....	34
B.	Prácticas ancestrales.....	35
C.	Nivel de organización .....	35
E.	Género.....	37
F.	Migración.....	37
G.	Escolaridad.....	38
7.1.3.	Dimensión económica-productiva.....	41
A.	Producción pecuaria.....	41
B.	Tamaño de la unidad productiva .....	43
C.	Producción agrícola.....	44
D.	Productos de fuentes forestales .....	46
E.	Tecnologías aplicadas en la unidad .....	47
F.	Fuente de ingresos.....	48
G.	Destino de los productos agrícolas.....	49
H.	Transformación de productos .....	49
I.	Calidad de los productos .....	50
J.	Rentabilidad de la unidad productiva.....	51
7.1.4.	Dimensión biofísica-ambiental.....	51
A.	Prácticas y técnicas de conservación de suelos.....	51
B.	Fertilización .....	52
C.	Pérdida perceptible de suelo por erosión hídrica.....	54
D.	Fuentes de agua.....	54
E.	Manejo de aguas residuales.....	55
F.	Manejo de desechos biodegradables .....	56
G.	Manejo de residuos y desechos no biodegradables.....	57
7.2.	Determinación de los subsistemas de producción agrícola .....	61

7.3.	Validación de los subsistemas de producción agrícola .....	65
7.4.1.	Dimensión biofísica-ambiental .....	73
7.4.2.	Dimensión social-cultural .....	75
7.4.3.	Dimensión institucional .....	76
7.4.4.	Dimensión económica-productiva .....	78
7.5.	Caracterización de los subsistemas de producción agrícola .....	80
7.6.	Elaboración de índices de sustentabilidad .....	82
7.6.1.	Índices de sustentabilidad por dimensión .....	82
7.6.2.	Elaboración de índice integrado de desarrollo sustentable .....	86
7.6.3.	Importancia de la tenencia de la tierra en la sustentabilidad .....	88
7.7.	Determinación y análisis de puntos críticos de la sustentabilidad .....	89
7.8.	Identificación de elementos del huerto Chikach con potencial de réplica en las unidades agrícolas de la finca Florencia .....	97
7.8.1.	Aspectos relacionados al diseño y manejo del agroecosistema .....	103
7.8.2.	Aspectos sociales y de organización .....	105
7.8.3.	Aspectos sociales y comerciales.....	106
8.	CONCLUSIONES.....	109
9.	RECOMENDACIONES.....	110
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	114
11.	ANEXOS.....	120
11.1.	Boleta de caracterización de subsistemas de producción .....	123

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Grupos de variables por dimensiones para elaborar encuestas .....	25
Cuadro 2: Variables utilizadas para la determinación de los subsistemas .....	61
Cuadro 3: Distribución de unidades productivas en los clústeres .....	64
Cuadro 4: Conservación de suelos .....	73
Cuadro 5: Acceso al agua .....	73
Cuadro 6: Contenido de materia orgánica.....	74
Cuadro 7: Diversidad de especies en el agroecosistema.....	74
Cuadro 8: Manejo de desechos no biodegradables .....	74
Cuadro 9: Uso de agroquímicos.....	74
Cuadro 10: Aplicación de prácticas ancestrales.....	75
Cuadro 11: Integración comunitaria .....	75
Cuadro 12: Inclusión familiar en la unidad productiva .....	75
Cuadro 13: Equidad de género .....	76
Cuadro 14: Producción para autoconsumo .....	76
Cuadro 15: Conocimiento y conciencia ecológica.....	76
Cuadro 16: Servicios públicos.....	77
Cuadro 17: Educación.....	77
Cuadro 18: Involucramiento en toma de decisiones .....	77
Cuadro 19: Presencia de instituciones locales .....	77
Cuadro 20: Asesoría técnica .....	78
Cuadro 21: Conflictos por el agua .....	78
Cuadro 22: Diversificación de productos y subproductos.....	78
Cuadro 23: Transformación de materias primas .....	79
Cuadro 24: Tecnologías agrícolas aplicadas .....	79
Cuadro 25: Comercialización y cadena de valor .....	79
Cuadro 26: Abastecimiento con semillas propias.....	80
Cuadro 27: Uso de insumos externos .....	80
Cuadro 28: Unidades agrícolas para la caracterización de los subsistemas.....	82
Cuadro 29: Índices de sustentabilidad de la dimensión biofísica ambiental.....	83
Cuadro 30: Índices de sustentabilidad de la dimensión económica-productiva .....	83
Cuadro 31: Índices de sustentabilidad de la dimensión social-cultural.....	84

Cuadro 32: Índices de sustentabilidad para la dimensión institucional .....	84
Cuadro 33: Ponderación de importancia de las dimensiones de la sustentabilidad .....	86
Cuadro 34: Índice integrado de desarrollo sustentable.....	87
Cuadro 35: Promedio de indicadores por dimensión para identificación de puntos críticos .....	89
Cuadro 36: Puntos críticos de sustentabilidad seleccionados .....	96
Cuadro 37: Niveles de intervención para la transición agroecológica.....	99
Cuadro 38: Elementos del huerto Chikach con potencialidad de réplica en la finca Florencia .....	102
Cuadro 39: Principios agroecológicos .....	103
Cuadro 40: Prácticas de manejo agroecológico .....	104
Cuadro 41: Acciones para la conexión productor-consumidor.....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación de la finca municipal Florencia .....	15
Figura 2: Clasificación de ponderación y estado de los indicadores (Castillo et al., 2018) .....	27
Figura 3: Ejemplo de gráfico Biograma con indicadores por dimensiones de la sustentabilidad ...	29
Figura 4: Presencia de instituciones.....	31
Figura 5: Servicios públicos presentes.....	32
Figura 6: Capacidad de gestión de productores.....	34
Figura 7: Tenencia de la tierra .....	34
Figura 8: Prácticas ancestrales utilizadas .....	35
Figura 9: Nivel de organización.....	35
Figura 10: Mano de obra en la unidad productiva .....	36
Figura 11: Género .....	37
Figura 12: Existencia de familiares que hayan migrado .....	37
Figura 13: Nivel de escolaridad en la unidad productiva .....	38
Figura 14: Existencia de huerto familiar .....	39
Figura 15: Cultivos herbáceos en el huerto familiar .....	40
Figura 16: Cultivos medicinales en el huerto familiar .....	41
Figura 17: Plantas leñosas en huerto familiar .....	41
Figura 18: Especies pecuarias presentes en los casos de estudio .....	42
Figura 19: Fuente de alimento para animales .....	42
Figura 20: Propósito de la producción pecuaria .....	43
Figura 21: Tamaño de la unidad productiva .....	43
Figura 22: Cultivos herbáceos presentes en las unidades productivas.....	44
Figura 23: Cultivos medicinales presentes en la unidad productiva .....	45
Figura 24: Propósito de la producción agrícola .....	46
Figura 25: Productos de fuentes forestales.....	46
Figura 26: Tecnologías agrícolas .....	47
Figura 27: ¿Es la producción agrícola su principal fuente de ingresos? .....	48
Figura 28: Actividades económicas.....	49
Figura 29: Destino de los productos agrícolas .....	49
Figura 30: Transformación de productos agrícolas .....	50

Figura 31: Calidad de los productos en la unidad.....	50
Figura 32: Rentabilidad de la unidad productiva.....	51
Figura 33: Prácticas y técnicas de conservación de suelos.....	52
Figura 34: Fertilización en las unidades productivas .....	53
Figura 35: Abonos orgánicos utilizados .....	53
Figura 36: Pérdida perceptible de suelo por erosión hídrica.....	54
Figura 37: Fuentes de agua.....	55
Figura 38: Manejo de aguas residuales.....	55
Figura 39: Manejo de desechos biodegradables .....	56
Figura 40: Manejo de residuos y desechos no biodegradables .....	57
Figura 41: Manejo de arvenses .....	57
Figura 42: Control preventivo de arvenses .....	58
Figura 43: Control de plagas y enfermedades .....	59
Figura 44: Control cultural de plagas y enfermedades .....	59
Figura 45: Control etológico de plagas .....	60
Figura 46: Productos utilizados para el control químico de plagas y enfermedades .....	60
Figura 47: Resumen del modelo estadístico para la determinación de los subsistemas .....	62
Figura 48: Tamaños de clúster .....	62
Figura 49: Importancia del predictor .....	63
Figura 50: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a David Pineda.....	65
Figura 51: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Freddy Pineda.....	66
Figura 52: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Manuel García .....	67
Figura 53: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Freddy Solorzano.....	67
Figura 54: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Juan Manuel Pérez .....	68
Figura 55: Cultivos en asocio, barreras vivas y plantas repelentes .....	69
Figura 56: Cultivos en la unidad y realización de labores agrícolas .....	69
Figura 57: Fotografía aérea de unidades del clúster 2 .....	70
Figura 58: Fotografía aérea de unidades del clúster 2 .....	71
Figura 59: Cultivos en curvas a nivel .....	71
Figura 60: Esquema para la construcción de indicadores según Sarandón y Flores (2009) .....	72
Figura 61: Dendrograma de las unidades agrícolas .....	81
Figura 62: Índices de sustentabilidad por dimensión .....	85

Figura 63: Biograma de sustentabilidad del Clúster 1 .....	90
Figura 64: Biograma de sustentabilidad del Clúster 2 .....	91
Figura 65: Biograma contraste de los clústeres 1 y 2.....	92
Figura 66: Biograma de sustentabilidad de la finca Florencia .....	93
Figura 67: Biograma de sustentabilidad del Huerto Chikach.....	94
Figura 68: La coevolución del conocimiento, los valores, la organización social, la tecnología y los sistemas biológicos (tomado de Altieri, 1999) .....	97
Figura 69: El rol de la agroecología en la satisfacción de los objetivos múltiples de la agricultura sustentable (tomado de Altieri y Nicholls, 2000) .....	98
Figura 70: Requisitos de una agricultura sustentable (tomado de Altieri y Nicholls, 2000) .....	98
Figura 71: Circulo de la transición agroecológica a nivel de finca, y motivaciones para entrar en ella.....	99
Figura 72: Biograma contraste entre la Finca Florencia y el huerto Chikach .....	100
Figura 73: Biograma contraste entre el huerto Chikach y la unidad agroecológica presente en la finca Florencia .....	101
Figura 74: Información a recopilar para la caracterización por variables y dimensiones (1) .....	120
Figura 75A: Información a recopilar para la caracterización por variables y dimensiones (2).....	121
Figura 76A: Información a recopilar para la caracterización por variables y dimensiones (3).....	122

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA FINCA MUNICIPAL FLORENCIA Y DEL HUERTO CHIKACH EN EL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF AGRICULTURAL SYSTEMS AT THE FINCA MUNICIPAL FLORENCIA AND HUERTO CHIKACH IN THE DEPARTMENT OF SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**RESUMEN**

La agricultura convencional enfrenta una crisis marcada por la degradación de los recursos naturales, los crecientes costos tecnológicos y la monopolización de la producción, generando pérdidas para pequeños productores e impactos negativos para los ecosistemas. El monocultivo intensivo ha causado problemas ambientales significativos. La agroecología surge como alternativa, pero su evaluación choca con el enfoque convencional centrado únicamente en la productividad y costos, dejando de lado aspectos igual de importantes como los componentes socioculturales y la relación de las personas con el ecosistema.

La investigación se realizó en la finca municipal Florencia y el huerto Chikach en Sacatepéquez, evaluando su sustentabilidad durante 6 meses. La finca sigue un modelo convencional, mientras que el huerto Chikach representa la agroecología. Se buscó responder preguntas cruciales sobre la sustentabilidad de ambos sistemas y cómo el Chikach podría influir en la Finca Florencia.

La justificación del estudio radica en la crisis de la agricultura convencional, sugiriendo que nuevas alternativas deben integrar aspectos ecológicos, sociales y económicos para satisfacer las necesidades humanas y medioambientales. La agricultura sustentable, fundamentada en principios agroecológicos, se presenta como biodiversa, resiliente y eficientemente energética, conectada a la soberanía alimentaria.

La metodología, basada principalmente en la Guía del IICA y la metodología propuesta por el MESMIS, empleó diálogo, recopilación de datos primarios y secundarios, y análisis estadístico. Se definieron variables en las dimensiones sociocultural, económico-productiva, biofísico-ambiental y

político-institucional. La evaluación incluyó la determinación de subsistemas de producción, caracterización, elaboración de indicadores y cálculo de índices integrados de sustentabilidad.

Las conclusiones revelan dos conglomerados en la finca Florencia con índices integrados de sustentabilidad de 2.25 y 2.29, clasificándola como inestable. Se identificaron 16 puntos críticos, entre los cuales están el escaso involucramiento en la toma de decisiones, el manejo de desechos, la elevada intensidad de uso de agroquímicos, la falta de asesoría técnica y la limitada conciencia agroecológica. El huerto Chikach, con un índice de 4.76, clasificado como óptimo, destaca como un faro agroecológico y presenta un modelo productivo ideal para la búsqueda de la sustentabilidad de las unidades agrícolas.

Las recomendaciones se enfocan en mejorar la participación en decisiones, fortalecer la presencia institucional, promover conocimientos agroecológicos, brindar asesoría técnica, fomentar la inclusión familiar, impulsar la integración comunitaria y equidad de género, y diversificar la producción.

El estudio identifica elementos del Chikach con potencial de réplica en Florencia, como técnicas de conservación de suelos, cultivos de cobertura, compostaje, organización de productores y turismo agroecológico.

Este trabajo sienta las bases para la transición de un paradigma convencional a un modelo agroecológico sustentable. Se sugiere la continuidad con propuestas específicas, como la implementación de centros de acopio, huertos comunitarios, y la formación de cooperativas agrícolas, consolidando así un cambio hacia la sustentabilidad en la finca Florencia.

## 1. INTRODUCCIÓN

La finca municipal Florencia, ubicada en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, es un área administrada por la municipalidad de Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez, desde 1955. Esta cuenta con diferentes áreas entre las que destacan el Parque Ecológico Florencia, el área agrícola arrendada a particulares, el área de plantación forestal y bosque natural.

Además de los sistemas agrícolas pertenecientes a los arrendatarios, algunos habitantes de la finca cuentan con predios en los cuales producen cultivos con fines de subsistencia y comercialización. En su mayoría, los productores manejan sistemas agrícolas convencionales, los cuales, a pesar de tener potencial de obtener grandes producciones, están asociados a diversas problemáticas sociales y ambientales como elevada dependencia a agroquímicos, contaminación ambiental, pérdida de la biodiversidad, disminución de la fertilidad del suelo, erosión cultural y exclusión de agricultores más pobres (Sarandón y Flores, 2014).

Los sistemas de producción agroecológica son una alternativa sustentable para el mejoramiento de la calidad de vida de los productores, el uso eficiente de los recursos, la promoción de la eficiencia social y cultural y el desarrollo de la capacidad de gestión productiva y económica (Loiza Cerón *et al.*, 2014). Dentro de la región del departamento de Sacatepéquez, específicamente en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, se encuentra el huerto Chikach, el cual apuesta por un modelo productivo agroecológico que ha resultado exitoso a través del tiempo, constituyéndose como un referente o faro hacia un camino sustentable

En los modelos de producción agrícola, llegar a la sustentabilidad implica cumplir con diversos criterios multidimensionales, abarcando aspectos socioculturales, económico-productivos, biofísico-ambientales e institucionales (Bolívar, 2011). El logro de una agricultura sustentable es algo cada vez más importante para el objetivo de alcanzar el desarrollo, sin embargo, evaluar esta sustentabilidad se vuelve difícil debido a la dificultad de definir este concepto debido a su integralidad. A pesar de esta dificultad, diversos autores han desarrollado metodologías que van más allá de conceptos holísticos hacia criterios más específicos y susceptibles a medición a través de indicadores, de los cuales no existe un conjunto universalmente aplicable en cualquier escenario, sino que deben construirse y adaptarse para los objetivos que se propongan.

La investigación consistió evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de la finca municipal Florencia y del huerto Chikach para conocer el estado de la sustentabilidad. También se identificaron los puntos críticos de la sustentabilidad de ambos lugares y las prácticas del huerto Chikach que, por encontrarse en la misma región, presenten potencialidad de réplica en los sistemas de la finca municipal Florencia.

La metodología para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas es una adaptación elaborada por Barrantes *et al.* (2017) con base en el Marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad -MESMIS- (Astier y Masera, 1996), una metodología adaptada a las condiciones de sistemas campesinos en el contexto latinoamericano.

Se evaluó la sustentabilidad de los agroecosistemas con base en 24 indicadores, presentando un estado de sustentabilidad de 2.25, clasificado como inestable, para los agroecosistemas de la finca Florencia y 4.76, clasificado como óptimo, para el huerto Chikach, mostrando como un enfoque agroecológico contribuye a alcanzar un desarrollo sustentable. Además, se identificaron 16 puntos críticos que vulneran la sustentabilidad de los agroecosistemas de la finca Florencia y 18 elementos de la finca faro, el Huerto Chikach, con potencialidad de réplica en la finca para mejorarlos.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura convencional ha alcanzado un estado de crisis, llegando a la insolvencia ocasionada por el incremento escalonado de los costos de tecnología agrícola moderna, los cuales pueden llegar a impedir un aumento en las ganancias de los productores. El aumento de los costos productivos, sumado a la monopolización de áreas agrícolas y de los canales de comercialización ha ocasionado cuantiosas pérdidas para los pequeños productores que no tienen cómo sobrellevar esta situación a la que han llegado los modelos convencionales de agricultura a través de prácticas insustentables.

El monocultivo extensivo, con sus prácticas de uso indiscriminado y excesivo de agroquímicos, ha engendrado brotes de plagas resistentes, deterioro de suelos, contaminación de fuentes de agua, entre otros problemas con fuertes impactos medioambientales. Además, la ausencia de rotación y diversificación de cultivos redujo, y en algunos casos incluso eliminó, los mecanismos de autorregulación, provocando una alta vulnerabilidad de los sistemas convencionales, así como una alta dependencia a insumos químicos (Rosset, 2001).

Este enfoque basado en la inversión en tecnologías y productos químicos ha puesto al capital como el aspecto de mayor relevancia en los procesos productivos, reemplazando mecanismos naturales para el control de plagas y enfermedades por agroquímicos, dinámica y fertilidad de suelos por fertilizantes, entre otros. Lo anterior ha provocado un serio conflicto de intereses entre los agricultores y los abastecedores de insumos y equipo, los cuales se ven favorecidos por esta dinámica, obteniendo enormes ingresos a costa de la vulnerabilidad de los sistemas productivos de sus clientes, razón por la cual ha resultado complicado que se produzcan cambios fundamentales.

Frente a esta problemática surgió la agroecología como una alternativa a los modelos convencionales, rescatando conocimientos antiguos que formaban parte de la cultura agraria de las generaciones pasadas, quienes convivían de una forma integral con los demás elementos de la naturaleza desarrollando prácticas adaptadas al ecosistema específico del que forman parte. Sin embargo, se presenta un desafío al momento de comparar los sistemas convencionales con los sistemas agroecológicos debido a que la principal preocupación de los investigadores de la agricultura convencional se basa en la productividad del cultivo y los costos de producción, es decir,

enfocados al capital; dejando de lado diversos aspectos positivos de los sistemas agroecológicos, principalmente aquellos de aspecto social y ambiental.

Los sistemas agrícolas de la finca Florencia responden en buena medida al paradigma convencional en virtud de la influencia que esta noción de la producción de alimentos tiene en el altiplano central de Guatemala. El huerto Chikach, por otro lado, supone un esfuerzo que, en la misma región geográfica, apuesta por un modelo productivo agroecológico. Ambos sistemas ofrecen la posibilidad de cuantificar sus atributos en términos de la sustentabilidad con la que operan.

Esta investigación aborda, por lo tanto, los niveles de desempeño que cada uno de los sistemas referidos implica con base en la cuantificación de sus características agronómicas, ecológicas, sociales y económicas a través de indicadores estandarizados. Se pretendió responder las siguientes preguntas: (i) ¿qué nivel de sustentabilidad exhibe cada uno de los sistemas evaluados?; (ii) ¿cuáles son los puntos críticos para la sustentabilidad de los sistemas agrícolas de la finca Florencia?; y (iii) ¿qué elementos de manejo del huerto Chikach pueden ser replicados en la finca Florencia?

Ante la crisis de la agricultura convencional, es crucial explorar sistemas alternativos que integren aspectos ecológicos, sociales y económicos. La agricultura sustentable responde a la disminución de recursos y problemas modernos, pero su evaluación enfrenta dificultades debido a sus dimensiones multidimensionales.

Los sistemas agroecológicos, biodiversos y justos, representan una base sólida para la soberanía alimentaria. La investigación de agroecosistemas, al abordar aspectos ecológicos, sociales y económicos, revela su alcance real y limitantes. Fincas faro, como el huerto Chikach, ejemplifican el éxito de la agroecología y sirven como guía hacia la sustentabilidad. En este contexto, la investigación en la finca Florencia y el huerto Chikach en Sacatepéquez, Guatemala, busca avanzar en la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas, ofreciendo perspectivas valiosas para superar la crisis agrícola convencional.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Marco conceptual

##### 3.1.1. Agroecosistema

Casanova-Pérez *et al.*, citados por Noguera-Talavera *et al.* (2019), indican que un agroecosistema es un sistema complejo, abierto, conformado por elementos heterogéneos en interacción, no-descomponible, mutua dependencia de las funciones que efectúan los elementos que la conforman, clausura operativa para garantizar su autorreproductividad, y acoplamiento estructural; mientras que desde un enfoque autopoietico (bajo la premisa de tratarse de un sistema con la capacidad de producir y reproducir los elementos que lo constituyen) representan subsistemas sociales de comunicación que expresan enfoques de manejo agrícola, emergentes de la agricultura como sistema social.

La estrategia imperante del desarrollo agrícola en el pasado, conocida como Revolución Verde, significó un triunfo tecnológico y un éxito económico sobresaliente que se tradujo en un notable aumento de la producción de alimentos (Codillo Gutiérrez *et al.*, 2008). Sin embargo, sobre esta estrategia, Sarandón y Flores (2014:25), exponen lo siguiente:

La Revolución Verde introdujo y generalizó la idea de modificar el ambiente para permitir expresar el alto potencial de rendimiento de pocas variedades en lugar de conservar una alta variabilidad genética para adecuarse a la gran diversidad de ambientes que constituyen los agroecosistemas. El problema de este enfoque es el alto costo ambiental que genera.

Aunque es innegable que los modelos convencionales lograron un incremento significativo de la producción y productividad agrícola, estos estuvieron asociados a una serie de problemas sociales y ambientales, algunos de ellos de gran magnitud, que ponen en duda su permanencia en el tiempo. La producción convencional presenta un fuerte impacto en el aspecto ambiental, sociocultural y económico por su elevada dependencia a los agroquímicos, contaminación ambiental, desarrollo de resistencia a plaguicidas, pérdida de la capacidad productiva de los suelos, contención de cuerpos

de agua, dependencia energética y disminución de la eficiencia, pérdida de biodiversidad y variabilidad genética, desplazamiento de técnicas de cultivo tradicionales, contribución al calentamiento global, erosión cultural y exclusión de agricultores más pobres (Sarandón y Flores, 2014).

Los retos que afronta la agricultura y la producción de alimentos a medio y largo plazo pueden parecer inmensos, la estrategia de desarrollo agrícola debe basarse en aumentar la producción y disponibilidad de alimentos para una población en aumento y al mismo tiempo debe revertir la degradación creciente de los recursos y la cantidad de personas en situaciones de pobreza extrema. Para esto, la estrategia más viable y confiable parece ser la agroecología (Codillo Gutiérrez *et al.*, 2008).

La agroecología emplea una idea de respeto por la naturaleza que promueve la participación equitativa de los agricultores y rescata conocimientos ancestrales. La producción se percibe como un sistema con muchas partes que interactúan desde una dimensión ambiental, económica y social. Los sistemas de producción agroecológica son una alternativa sustentable para el mejoramiento de la calidad de vida de los productores a pequeña escala al hacer uso de forma eficiente de los recursos productivos, promover la eficiencia social y cultural y desarrollar la capacidad de gestión productiva y económica (Loiza Cerón *et al.*, 2014).

### **3.1.2. Sustentabilidad**

La sustentabilidad es un concepto que resume los esfuerzos para lograr el desarrollo económico, la viabilidad ecológica y el bienestar social a largo plazo. Su fin fundamental es detectar formas en que la especie humana logre vivir en el planeta por un periodo indefinido sin arriesgar su futuro considerando su capacidad de transformar elementos de la interacción con el ambiente (Codillo Gutiérrez *et al.*, 2008).

A pesar de que ya no se discute la necesidad de dirigir los esfuerzos para lograr una agricultura sustentable que permita satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer a las futuras, aún existe dificultad para llevar este término a la fase operativa. Entre las razones de

esto se encuentra lo complejo que ha resultado traducir los aspectos filosóficos e ideológicos en la toma de decisiones y la integralidad del concepto de sustentabilidad, al buscar abarcar diversos objetivos simultáneamente que involucran dimensiones productivas, ecológicas o ambientales, sociales, culturales, económicas y, fundamentalmente temporales; la transformación del concepto abstracto de la sustentabilidad a un término operativo es esencial para la planificación a mediano plazo de cualquier actividad. También debe tomarse en cuenta que el hecho de que prevalezca el enfoque reduccionista de los investigadores dificulta entender problemas complejos que requieren un abordaje multidisciplinario para medir un concepto interdisciplinario (Sarandón, 2002).

Al hablar de sustentabilidad en los modelos de producción agrícola, Sarandón *et al*, citado por (Sarandón y Flores, 2014:52) plantean lo siguiente:

Una Agricultura Sustentable es aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan.

Si bien existen diversas definiciones de agricultura sustentable, se pueden identificar ciertos objetivos comunes en la mayoría de estas, los cuales son una producción estable y eficiente en el uso de los recursos, seguridad y autosuficiencia alimentaria, uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo, preservación de la cultura local y la pequeña propiedad, asistencia a los más pobres a través de la autogestión, alto nivel de participación de la comunidad en toma de decisiones y la conservación y regeneración de los recursos naturales (Altieri y Nicholls, 2000).

### **3.1.3. Dimensiones de la sustentabilidad**

De acuerdo con Bolívar (2011:8), «al tratar la sustentabilidad con un enfoque integrado, debe utilizarse un marco conceptual integrado de indicadores que considere las cuatro dimensiones básicas de la sostenibilidad: socio-cultural, económico, medioambiental, político-institucional». Cada una de estas dimensiones abarca diferentes componentes que interactúan de forma intra e interdimensional.

### **A. Dimensión social-cultural**

Considera el acceso equitativo a los bienes naturales en términos inter e intra generacionales entre géneros y entre culturas, educación, productores y grupo familiar (Bolívar, 2011). También trabaja a escala individual, para atender a las necesidades básicas, que potencie la ocupación del campo y el desarrollo rural, compatibilidad con la preservación de la diversidad cultural, fomentando la equidad social del sistema (Sarandón, 2002, citado por Bolívar, 2011).

### **B. Dimensión biofísica-ambiental**

Considera aspectos relacionados con la preservación y potencialización de la diversidad y complejidad de ecosistemas, su productividad, los ciclos naturales y la biodiversidad (Riechmann, 1995, citado por Bolívar, 2011).

### **C. Dimensión económica-productiva**

Abarca el conjunto de actividades relacionadas con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios y la eficiencia de la combinación de los recursos tierra, trabajo y capital. Incluye todas las actividades relacionadas a la producción, costos, ingresos, beneficios, entre las producciones agrícolas a medio y largo plazo (Bolívar, 2011).

### **D. Dimensión político-institucional**

Toma especial atención en los procesos de democratización y participación ciudadana. El principio que la sustenta radica en que la democracia viabiliza la reorientación del camino del desarrollo, lo que se traduce en la reasignación de recursos hacia diferentes actividades y grupos sociales. Esta dimensión considera la estructura y el funcionamiento del sistema político, mientras funge como nicho en el cual se negocian las posiciones y se toman decisiones sobre el rumbo que se pretende dar al proceso de desarrollo (Bolívar, 2011).

### **3.1.4. Indicadores de sustentabilidad**

Para avanzar en el camino hacia la sustentabilidad, es necesario simplificar su complejidad y multidimensionalidad en valores claros, objetivos y generales, conocidos como indicadores, los cuales son una variable seleccionada y cuantificada que permite identificar una tendencia y una simplificación de la realidad. Su utilización permitirá un completo entendimiento de los puntos críticos de la sustentabilidad de un agroecosistema con aplicaciones en la toma de decisiones de manejo o adopción de nuevas prácticas, comparación de diferentes sistemas de producción y evaluación de riesgos de un determinado sistema en el tiempo (Sarandón, 2002). De acuerdo con Bolívar (2011:7) «la determinación y construcción de indicadores debe partir del supuesto de que se realice un concienzudo esfuerzo de recopilación de información confiable, mediante fuentes primarias y secundarias de información».

### **3.1.5. Desarrollo**

La definición de desarrollo establecido por las ciencias económicas es “el proceso de crecimiento económico (PIB) acompañado de un cambio social y cultural (modernización) en una determinada sociedad resultado de acciones realizadas con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población”. Este concepto adquiere una dimensión etnocéntrica al identificarse con la identidad sociocultural occidental y sus patrones de producción y consumo, privando a los pueblos de diferentes culturas la oportunidad de definir sus propias formas de vida social según sus criterios culturales (Vacarello et al. 2018).

Pensar en el desarrollo desde una perspectiva únicamente económica y tecnológica y como discurso de poder, nos obliga a prestar a las iniciativas que no se encuentran totalizadas por su discurso. Dos maneras útiles de lograrlo son, primero, enfocarse en las adaptaciones, subversiones y resistencia que localmente se crean en relación con las intervenciones del desarrollo y segundo, destacar estrategias alternas producidas por movimientos sociales al encontrarse con proyectos de desarrollo (Vhs, DVV y Voces Mesoamericanas, 2017, citado por Silvestre, 2019).

### 3.1.6. Desarrollo sustentable

El concepto de “desarrollo sustentable” aparece en condiciones históricas muy específicas. Es parte de un proceso más extenso, de problematización de la relación entre la naturaleza y sociedad, motivada por el carácter destructivo del desarrollo y la degradación ambiental a escala mundial (Escobar, 1995, citado por Reis, 2005).

Respecto al enfoque del desarrollo sustentable, Leff *et al.* (2002), citados por Silvestre (2019:41) exponen lo siguiente:

Entendida como el propósito de generar los conocimientos propios necesarios para un aprovechamiento autodeterminado y sustentable de sus potenciales ecológicos. En la última década, la cuestión de la sustentabilidad se ha venido inscribiendo dentro las luchas sociales contra la globalización y por la reapropiación de la naturaleza, desplazando el discurso del desarrollo sostenible hacia la desconstrucción de la lógica económica y abriendo un campo para la construcción de una racionalidad ambiental.

### 3.1.7. Faro Agroecológico

Los faros agroecológicos es el concepto aplicado para referirse a aquellos sistemas agrarios que llevan a cabo de forma exitosa la aplicación de los principios y prácticas de la agroecología, donde se comparten conocimientos técnicos y procesos agroecológicos a manera de guía para los productores locales en la búsqueda de sistemas agrarios sustentables. Son instituciones que se han consolidado en el tiempo y han constituido equipos de trabajo multidisciplinario y altamente motivados, con una propuesta técnica, social y cultural que se nutre de su trabajo con las comunidades campesinas del área de influencia. Se constituyen como unidades de experimentación y demostración de tecnologías y principios agroecológicos de producción, ubicadas en distintos tipos de cooperativas y dirigidas a sectores campesinos, técnicos y profesionales del medio agrario, con actividades orientadas hacia el exterior (investigación y capacitación, difusión y colaboración institucional) que se fundamentan e irradian desde los módulos de demostración en la finca (Muñoz *et al.*, 2005 y Espinosa, 2016).

Para ser considerados como tal, los faros agroecológicos cumplen con una serie de principios que los rigen y caracterizan (Espinosa, 2016):

- **Conectividad:** cada estructura o subsistemas en un sistema de producción está finamente conectado, tanto en el sistema (ecosistema) como en el entorno (cultura).
- **Pedagógicos:** existe capacidad de comprensión y aprendizaje de la información del ecosistema: principio de imitación.
- **Diversidad:** se construyen a partir de diseños basados en criterios de diversidad.
- **Auto-organización:** los agroecosistemas son dinámicos y se auto organizan.
- **Funcionalidad:** en cada estructura conectada existe una función específica que a su vez actúa como un cooperante de otro.
- **Principios agroecológicos:** los faros agroecológicos se rigen por los principios de la agroecología, los cuales permiten y garantizan la sostenibilidad y resiliencia del proceso agrícola.
- **La calidad:** es un concepto central y transversal pues introduce aspectos de funcionalidad en toda la cadena de producción y no sólo en características de forma (color y tamaño) sino de contenido (organoléptico y bromatológico), en los productos finales.
- **Transdisciplinariedad:** el diseño, planeación y desarrollo debe estar orientado mediante una visión transdisciplinaria. La multidimensionalidad del análisis del sistema supera las pretensiones fragmentadas, que en muchos modelos productivos está orientada solo por indicadores económicos o de rendimiento productivo.
- **Dialógico:** son procesos de intercambio de información de la realidad en doble vía. Es un proceso donde se construye la realidad mediante la reflexión y discusión de las ideas.

Los Faros Agroecológicos son sistemas de investigación y experimentación que combinan la producción agrícola con la investigación y la educación en agroecología. Estos sistemas están diseñados para ser sostenibles y para mejorar la resiliencia de las comunidades agrícolas frente a los desafíos ambientales y económicos.

Entre las bondades de los Faros Agroecológicos se encuentran:

- Promueven la biodiversidad: Los Faros Agroecológicos promueven la diversidad biológica y la creación de hábitats naturales para especies animales y vegetales. Esto ayuda a mantener la fertilidad del suelo y a reducir la necesidad de pesticidas y fertilizantes químicos.
- Fomentan la resiliencia: Los sistemas agroecológicos son más resistentes a las perturbaciones ambientales y a las fluctuaciones de precios en el mercado. Al integrar diferentes cultivos y prácticas agrícolas, los Faros Agroecológicos pueden adaptarse mejor a las condiciones cambiantes del clima y del mercado.
- Mejoran la calidad de vida: Los Faros Agroecológicos pueden mejorar la calidad de vida de los agricultores y de las comunidades locales al proporcionar alimentos más saludables y al reducir los costos de producción.

Espinosa (2016), resalta la importancia de avanzar hacia un pensamiento transdisciplinario para la planificación de la producción agraria. Ya no es la suma de las disciplinas lo que permite planificar un desarrollo sostenible sino la capacidad de cada uno de los actores de comprender de forma multidimensional (conexión agronómica – ecológica – social – cultural – institucional – política - tecnológica – económica) los procesos de intervención del medio natural con fines comerciales y alimentarios.

En cuanto al aporte que los Faros Agroecológicos pueden tener en investigaciones que evalúen la sustentabilidad de unidades agrícolas, estos sistemas pueden ser una herramienta valiosa para recopilar datos y realizar experimentos en condiciones controladas. Los Faros Agroecológicos permiten evaluar diferentes prácticas agrícolas y medir su impacto en la biodiversidad, la calidad del suelo y la productividad. Además, los Faros Agroecológicos pueden ser utilizados como modelos para la enseñanza y la difusión de prácticas agroecológicas sustentables. Pueden ser utilizados como herramientas para la investigación y la evaluación de la sustentabilidad de las unidades

agrícolas. Estos sistemas permiten recopilar datos y realizar experimentos en condiciones controladas, lo que facilita la medición del impacto de diferentes prácticas agrícolas en la biodiversidad, la calidad del suelo, la productividad y otros aspectos relevantes para la sustentabilidad.

Los resultados obtenidos a través de los Faros Agroecológicos pueden ser utilizados para mejorar las prácticas agrícolas y para desarrollar políticas y estrategias que promuevan la transición hacia sistemas agroecológicos más sustentables. Además, los Faros Agroecológicos pueden ser utilizados como modelos para la enseñanza y la difusión de prácticas agroecológicas sustentables, lo que puede contribuir a la formación de agricultores y a la concientización de la sociedad en general sobre la importancia de la agroecología para la sustentabilidad y la seguridad alimentaria.

## **3.2. Marco referencial**

### **3.2.1. Localización geográfica**

La finca Florencia se ubica en el kilómetro 35, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez. El ingreso a la finca se localiza según las coordenadas 90°40'29.44" longitud Oeste, y latitud Norte 14°34'9.91".

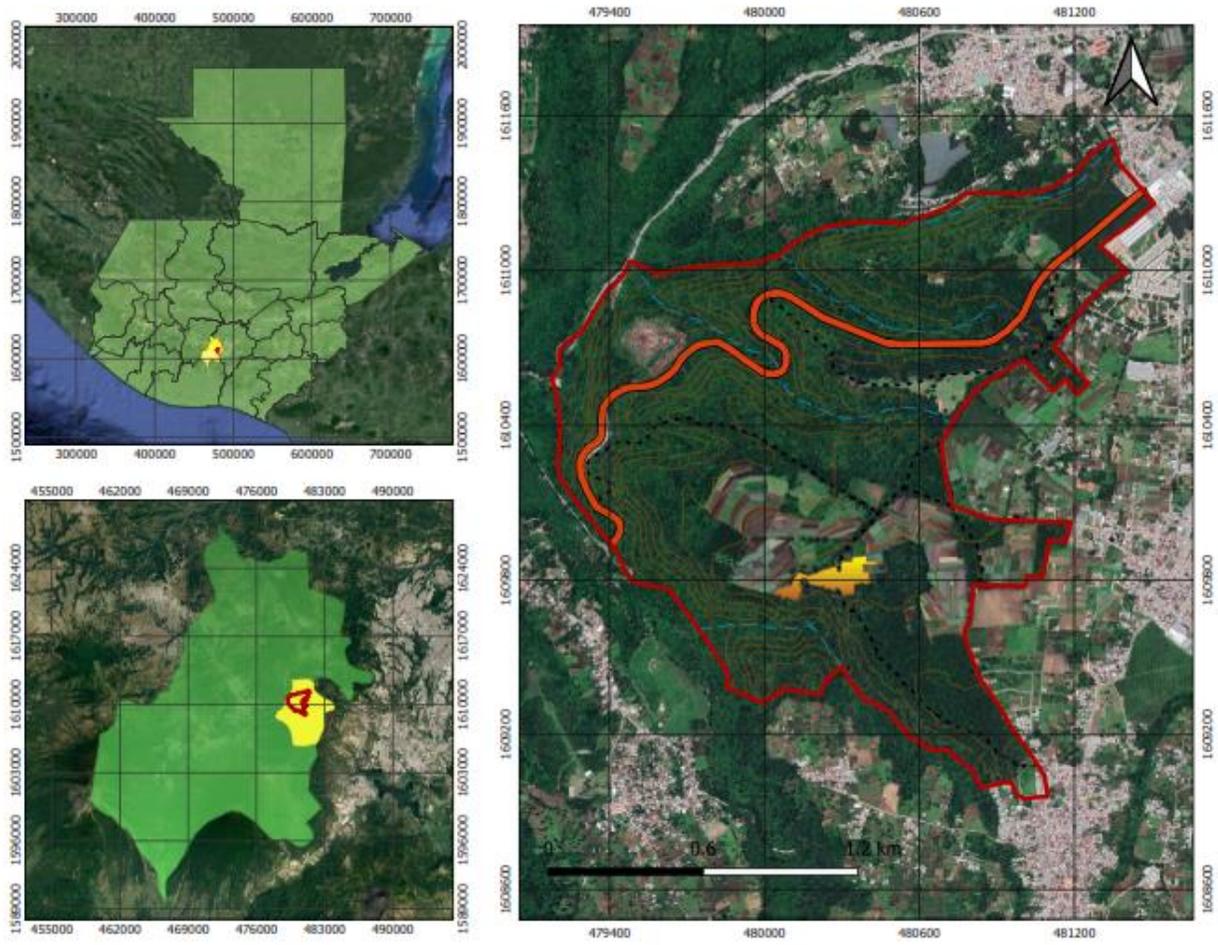
El acceso hacia la finca Florencia se realiza por el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, saliendo de la ciudad de Guatemala por la calzada Roosevelt, tomando la vía hacia San Lucas Sacatepéquez y luego, tomando la ruta hacia la ciudad de Antigua Guatemala. Al llegar a Santa Lucía Milpas Altas, se cruza a la izquierda, y se llega a la entrada de la finca.

El huerto Chikach se ubica en el bosque de la Cordillera del Cerro Alux, en el municipio de San Lucas, departamento de Sacatepéquez, en las coordenadas 90°36'29.33"N y 90°38'43.64".

### **3.2.2. Extensión y Límites**

La finca municipal Florencia tiene una extensión de aproximadamente 300.6 hectáreas, la cuales se dividen en: Parque ecológico, área de cultivo, bosque natural y plantación forestal. Esta colinda al norte con el municipio de Santa Lucia Milpas Altas, al sur con el municipio de Magdalena Milpas Altas, al este con la aldea Santo Tomas Milpas Altas y al oeste con la finca Cruz de Monjas.

# Mapa de Ubicación, Finca Municipal Florencia, Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, Guatemala



## Leyenda

-  Delimitación
-  Poblado
-  Curvas de nivel (20 m)
-  Corrientes Intermitentes
-  Carretera Principal (Asfaltado)
-  Veredas



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Agronomía  
Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-  
Elaborado Por: Elder René Valle Gaitán



SISTEMAS DE COORDENADAS GTM  
DATUM WGS 1984  
ZONA 15.5 NORTE  
Tomado de IGN 2002  
Escala de Presentación: 1:17000

Figura 1: Mapa de ubicación de la finca municipal Florencia

### **3.2.3. Clima**

Según la estación meteorológica de Suiza Contenta (INSIVUMEH, 2019), la finca presenta un clima frío, en donde la temperatura promedio es de 14.9°C y la precipitación anual promedio es de 1,407 mm distribuidos, principalmente en 108 días, en los meses de junio a septiembre.

### **3.2.4. Geología**

Se ubica dentro del área de rocas ígneas y metamórficas, además existen rocas volcánicas del período cuaternario Qv predominantes del Mio-Plioceno, incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos han dado origen a los suelos de la finca (MAGA, 2000).

### **3.2.5. Taxonomía de suelos**

De acuerdo con el Estudio Semidetallado de los Suelos del Departamento de Sacatepéquez, elaborado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación -MAGA- (2013), el suelo se encuentra agrupado en la Consociación Santiago (orden Andisol): Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica; perfil modal 030606; símbolo ASA. Los suelos de la unidad se han desarrollado sobre depósitos piroclásticos consolidados (tobas), en pendientes moderadamente inclinadas (7-12%) hasta ligeramente escarpadas (25-50%), correspondientes al paisaje altiplano hidro-volcánico.

La unidad cartográfica está compuesta por el suelo Humic Haplustands, familia medial sobre arcillosa, isotérmica (PM 030606) en un 90%. La inclusión corresponde a un suelo Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PI 030901) en un 10% de la superficie de la unidad. La inclusión de suelos Andic Haplustolls, familia medial, isotérmica (PI 030901), se caracteriza por presentar suelos profundos, bien drenados, texturas moderadamente gruesas y fertilidad química alta, no presentan erosión, pero sí déficit de agua en época seca, son suelos productivos, donde sobresalen el uso agrícola.

### 3.2.6. Fisiografía

Está comprendida dentro de la provincia fisiográfica “Tierras altas volcánicas”. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material –principalmente basalto y riocitas- que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte (MAGA, 2001).

### 3.2.7. Zona de vida

De acuerdo a la clasificación con base en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge en Guatemala, elaborado por de la Cruz (1982), el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB).

### 3.2.8. Bosque

Se cuenta con la presencia de 126 especies, las cuales están distribuidas en 43 familias. Además, establecieron que las familias mejor representadas son: Compositae, con 21 especies, Polypodiaceae (Helechos) con 12 especies, Orchidaceae (orquídeas) con 10 especies, Fabaceae (leguminosae) y Poaceae (Gramíneas) con 8 especies. La familia Fagaceae y Mimosaceae, presentan baja diversidad dentro de la finca, pero en el caso de Fagáceas hay 2 especies (*Quercus brachystachis* y *Quercus tristis*) que son las especies arbóreas que dominan en la Finca (Véliz y Sales, 1993).

### 3.2.9. Aspectos generales de la Finca Municipal Florencia

Durante la década de 1950, el Licenciado Filadelfo Salazar decide donar la finca a la Municipalidad de Antigua Guatemala, bajo la condición que, los entonces trabajadores, podían seguir ocupando el espacio para vivienda. A partir de ello, la tenencia de la tierra dentro de la finca está constituida por

un sistema de colonos, los cuales adquirieron un derecho a vivienda dentro de la finca, así como un área para fines de cultivo.

En el año 2003, la Municipalidad de Antigua Guatemala, nombró por acuerdo municipal a la finca, como Parque Ecológico, sin embargo, según entrevistas a personas de mayor edad dentro del casco urbano de la finca, refieren que se utilizaba como parque ecológico desde hace aproximadamente 30-40 años.

Con base en el censo realizado durante la fase de diagnóstico del ejercicio profesional supervisado (EPS) septiembre 2020-abril 2021, se obtuvo que, actualmente habitan ochenta y uno personas en el lugar, quienes en su mayoría son colaboradores del parque ecológico Florencia.

Según la Secretaría de Gestión Municipal -SGM- (2018), el objetivo de la finca Florencia es: «brindar a la población de Sacatepéquez un área verde de recreación educativa promoviendo el ambiente a los que visitan el lugar impulsando el desarrollo económico y personal, así mismo, la finca Municipal Florencia practica la producción agropecuaria y lleva a cabo el uso adecuado de la utilización de los recursos naturales que posee».

### **3.2.10. Área agrícola de Finca Municipal Florencia**

La finca cuenta con un área de 39.76 ha para la producción agrícola, de la cual 24.5 ha son arrendadas a personas que residen en los municipios vecinos, quienes cultivan hortalizas, principalmente brassicas como repollo, coliflor y lechuga. Además del área agrícola disponible para arrendamiento, existen parcelas con una extensión de 0.5 a 2 cuerdas (1 cuerda=1,089 m<sup>2</sup>) en las cuales los empleados de la finca tienen derecho a producir. Estas áreas están cultivadas, principalmente, para subsistencia, siendo el maíz y frijol los principales cultivos, sin embargo, algunas personas cultivan hortalizas para su comercialización.

La fertilización del cultivo se basa, principalmente, en productos químicos, sin embargo, también realizan incorporaciones de gallinaza al momento de preparar el terreno para la siembra. En cuanto

a plagas y enfermedades, los agricultores se basan únicamente en la utilización de agroquímicos para su control.

Por sus características de pendiente, pedregosidad y drenaje, el área agrícola se encuentra dentro de la clase de Agricultura con mejoras -Am- según la metodología del Instituto Nacional de Bosques- INAB- (INAB, 1997) la cual establece que se requieren prácticas de manejo y conservación de suelos, así como medidas agronómicas relativamente intensas y acordes al tipo de cultivo establecido. Sin embargo, de todos los arrendatarios, solo una persona cumple con esta condición para cultivar en esta área, el resto de productores no hace uso de prácticas de conservación de suelos.

En el área agrícola que se encuentra arrendada, solamente un arrendatario tiene un sistema agrícola no convencional distinto al del resto de productores, manejando un sistema de producción orgánica desde hace dos años, contando con una alta variedad de cultivos.

La contaminación del área agrícola es un tema a considerar debido al mal manejo de los desechos como plásticos de cobertura, mangueras de riego, envases de agroquímicos e incluso envolturas de productos alimenticios, los cuales se pueden encontrar en casi todas las calles de las áreas cultivadas y en las partes bajas, producto del desplazamiento causado por la escorrentía al haber precipitaciones pluviales.

### **3.2.11. Huerto Chikach**

Chikach, nombre k'iché que significa canasto, es una marca, creada en asamblea general de comunidades de los pueblos ixil, k'iché y q'eqchí, que conformaron asociaciones civiles de productores organizados bajo el nombre de "Organización de Comunidades Nacida del Esfuerzo Solidario" (Orcones) en 1999. Comercializa unos 200 productos naturales de 50 familias comunidades de Nebaj, Cunén y Uspantán, Quiché; y 200 de la Asociación Orcones Campur, en comunidades San Jerónimo, Baja Verapaz, y San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

Cuentan con 4 tiendas a nivel nacional denominadas Chikach, la primera ubicada en Cunen, Quiché, la segunda en Cobán, Alta Verapaz, la tercera en el Centro de Capacitación, conocido como Huerto Chikach en San Lucas Sacatepéquez; y finalmente uno en la zona uno de la ciudad Capital.

El huerto es producto de una alianza entre la Fundación Centro de Servicios Cristianos - FUNCEDESCRI-, la agrónoma japonesa Kumiko Tsutsui, experta en el método biointensivo de cultivo de alimentos orgánicos, y Chikach. El terreno de 6 manzanas produce hortalizas, verduras, frutales, plantas aromáticas y medicinales, propios del clima. Además de comercializar productos, también se realizan actividades de capacitación y talleres en temas como agroecología, organización comunitaria, etc.

Chikach responde a la necesidad de contar con alimentos frescos y saludables, cultivados de forma orgánica bajo los principios agronómicos del método biointensivo de cultivo para obtener los máximos rendimientos productivos en el mínimo de área agrícola. Ajustándose siempre a la forma sostenible para la tierra y el ambiente, buscan las siguientes metas:

- Transparencia y compromisos
- Pago de precio justo
- Equidad de género
- Condiciones de trabajo dignas
- Respeto del medio ambiente
- Justicia social y económica
- Desarrollo sostenible

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo general**

Evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas en la finca municipal Florencia y en el huerto Chikach.

### **4.2. Objetivos específicos**

1. Calcular el índice integrado de desarrollo sustentable en función de las dimensiones sociocultural, ecológica, económico-productiva e institucional.
2. Determinar los puntos críticos de la sustentabilidad en los modelos agrícolas de la finca municipal Florencia y del huerto Chikach.
3. Identificar los elementos de manejo en el huerto Chikach con potencialidad de réplica en la finca municipal Florencia.

## 5. HIPÓTESIS

1. La utilización de prácticas agroecológicas en los sistemas productivos contribuye de forma positiva en el nivel de sustentabilidad de estos, permitiendo un uso adecuado de recursos naturales y generando el menor impacto negativo posible; mientras mayor sea el enfoque agroecológico en el sistema, se desarrollará un nivel más alto de sustentabilidad.
2. Los puntos críticos de la sustentabilidad de los sistemas evaluados corresponden a los aspectos relacionados a la conservación de suelos, tecnologías agrícolas, manejo de desechos, trabajo comunitario, inclusión familiar en la unidad productiva, calidad y diversificación de productos.
3. Al tratarse de un modelo agroecológico establecido y funcional, el huerto Chikach presenta diversos elementos de manejo con potencialidad de ser replicables en la finca municipal Florencia, a saber: (i) el uso de prácticas de conservación, (ii) el manejo de desechos sólidos, (iii) la inclusión familiar en la unidad productiva, y (iv) la diversificación de productos.

## **6. METODOLOGÍA**

La evaluación de la sustentabilidad se realizó con base en la Guía para el análisis de la Sostenibilidad de Sistemas de Producción de la Agricultura Familiar del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2017), la cual incorpora dentro de su análisis Indicadores de Sustentabilidad del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales - MESMIS-.

La propuesta metodológica para este proceso de construir indicadores se divide en tres etapas:

- Diálogo, consenso y planificación de actividades.
- Recopilación de información primaria en el campo y secundaria en los centros de información, sobre el lugar donde se realice el estudio.
- Análisis e interpretación de los resultados.

### **6.1. Cálculo de índice integrado de sustentabilidad**

#### **6.1.1. Determinación de la ubicación espacio-temporal de la investigación**

La investigación se llevó a cabo en la finca Florencia, ubicada en el kilómetro 35, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas y el huerto Chikach, ubicado en la cordillera del Cerro Alux, en el municipio de San Lucas, ambos lugares del departamento de Sacatepéquez. Se realizó en un periodo de seis meses, iniciando en el mes de noviembre de 2020 y culminando en abril de 2021.

#### **6.1.2. Revisión de información**

Primarias: en la fuente de información primaria se encuentran los productores de las parcelas agrícolas de la finca Florencia y los productores del huerto Chikach los cuales fueron abordados mediante entrevistas semiestructuradas dirigidas a personas de interés y encuestas descriptivas de respuestas cerradas llevadas a cabo en formularios electrónicos. También se realizaron otras

técnicas como las visitas prediales, observaciones desestructuradas, diálogos con agentes clave como la administración, arrendatarios, empleados, habitantes y visitantes del parque, para realizar una investigación participativa (Geilfus, 2002).

Secundarias: las fuentes de información secundaria fueron a partir de revisiones bibliográficas, a través de motores de búsqueda SciELO, Dialnet y Google Scholar; que aborden temas identificados como claves, los cuales fueron: sustentabilidad, agroecosistemas, evaluación de sustentabilidad y modelos agroecológicos. Además, se hizo uso de mapas y bases de datos de instituciones como FAO, MAGA, INSIVUMEH, entre otras.

### **6.1.3. Determinación de la población en estudio**

La población de estudio consistió en 36 parcelas productivas que conforman el área agrícola de la finca, de las cuales 9 pertenecen a arrendatarios, 26 a empleados y/o habitantes de la finca y una al huerto Chikach, el faro agroecológico.

### **6.1.4. Selección de variables de los sistemas productivos y elaboración de encuestas**

Para conocer el sistema de producción agrícola en el que se realizó la investigación y la conformación de posibles grupos relativamente parecidos de sistemas de producción, se elaboró una encuesta a partir de algunas variables seleccionadas por cada dimensión de la sostenibilidad. El contenido de las preguntas de la encuesta fue elaborado a partir de la información recopilada en el paso 2 de la metodología, del conocimiento del investigador y del grupo de especialistas externos que colaboran con la investigación.

A continuación, se presentan los grupos de variables por dimensiones, elaborado a partir del trabajo de Escobar y Berdegú (1990).

Cuadro 1: Grupos de variables por dimensiones para elaborar encuestas

Dimensión	Variable
Sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de organización</li> <li>• Relaciones sociales</li> <li>• Utilización de prácticas ancestrales</li> </ul>
Económico-productiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño de la finca</li> <li>• Sistemas productivos existentes en la finca</li> <li>• Nivel de intensificación tecnológica</li> <li>• Tipo de articulación con los mercados de productos</li> </ul>
Biofísico-ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del suelo</li> <li>• Elementos agroecológicos</li> </ul>
Político-institucional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de gestión de los productores</li> <li>• Instituciones locales</li> <li>• Servicios públicos</li> </ul>

#### 6.1.5. Análisis estadístico y determinación de subsistemas de producción

El establecimiento y construcción de grupos de sistemas de producción se realizó a partir de variables seleccionadas del paso 5 y de la información obtenida de las encuestas. A los grupos iguales o parecidos se les llamó “subsistemas de producción”.

El procesamiento de la información se llevó a cabo a través de técnicas de análisis estadístico multivariado con el programa SPSS 23.0. Se realizó un análisis de conglomerados en dos etapas, que permitió identificar los subsistemas a partir de las variables en estudio. Esta técnica de clasificación hace posible la detección y descripción de subgrupos de sujetos homogéneos en función de los valores observados dentro de un conjunto aparentemente heterogéneo, basado en el estudio de las distancias entre los sujetos para cuantificar el grado de similitud (proximidades) o de diferencia (distancias) (Vilà-baños y Rubio-Hurado, 2017).

#### **6.1.6. Validación de los subsistemas de producción**

La validación consistió en verificar si los tipos de subsistemas de producción determinados en el paso 5 existen en realidad. Para la validación de los datos, se realizaron visitas a las unidades productiva y se hizo uso de un vehículo aéreo no tripulado, o dron, para la toma de imágenes aéreas de las unidades agrícolas de la finca, pertenecientes a los arrendatarios y empleados.

#### **6.1.7. Caracterización de los subsistemas de producción**

Una vez identificados y validados los subsistemas de producción se realizó la caracterización de estos a través de estudios de caso, es decir su identificación, reconocimiento y clasificación. Lo importante es determinar con precisión a cuál categoría pertenece cada predio que se analizará, y realizar luego un análisis profundo.

Cualquier clasificación que se realice para el análisis debería basarse en una combinación de las dimensiones físicas, bióticas, económicas y sociales. Para este paso se hizo uso de un dendrograma, a través del programa SPSS 23.0., que permitió visualizar el proceso de agrupamiento de los clústeres en los distintos pasos, formando un diagrama en árbol, cortando transversalmente, a una distancia determinada, las ramas del gráfico se obtiene una partición (Castillo *et al.*, 2018).

A pesar de que el tipo y cantidad de información necesaria para esta tarea varía en cada evaluación, se requiere información básica como la propuesta por Escobar y Berdegú (1990) para la evaluación de la sustentabilidad de fincas agrícolas (ver Figura 74A, 75A y 76A).

#### **6.1.8. Elaboración de indicadores por dimensión**

Fue necesario definir qué tipo de información se utilizaría en la construcción de los indicadores (cuantitativos o cualitativos); por tal razón, se debió revisar la evaluación de la información con la que se cuenta (obtenida en los pasos 2, 3 y 7). Debido a la variedad de subsistemas productivos y

realidades diferentes, se debe tener variables en común para contrastar los resultados; por ello se elaboraron indicadores basados en las variables dadas para la caracterización del sistema realizada en el paso 7.

### 6.1.9. Definición y estandarización de los indicadores

Con el fin de hacer comparables los indicadores es necesario establecer un valor máximo y uno mínimo para cada categoría establecida de los datos que se analizarían. Para tal propósito, la opción más directa es adoptar simplemente el mayor y el menor de los valores observados para así normalizarlos linealmente. De esta forma, los valores de los indicadores adoptan valores relativos dentro un rango adimensional (Barrantes *et al.*, 2017).

Sin embargo, al tratarse de datos de carácter cualitativo en la mayoría de los indicadores, se optó por la construcción de escalas con valores de 1 a 5, representando el grado de sustentabilidad por cada dimensión en referencia a la propuesta metodológica de Sarandón (2009).

Se considera la siguiente clasificación de estado de sustentabilidad, en función del número de ponderación para cada indicador, propuesto por la “Metodología para el análisis y diseño de estrategia de gestión y manejo de los sistemas de producción sostenibles de la agricultura familiar” de Castillo, *et al.* (2018) (ver Figura 2).

Ponderación	Estado
0 – 1	Pésimo/Colapso
1.1 – 2	Difícil/Crítico
2.1 – 3	Inestable
3.1 – 4	Estable
4.1 – 5	Óptimo

Figura 2: Clasificación de ponderación y estado de los indicadores (Castillo *et al.* 2018)

### 6.1.10. Elaboración de índice por dimensión ( $S_D$ ) e índice integrado de desarrollo ( $S^4$ )

La integración es un aspecto importante para lograr la evaluación de la sustentabilidad de un sistema. Se pretende mostrar la calificación obtenida por cada una de las dimensiones trabajadas. Con los indicadores estandarizados se puede proceder al cálculo del índice por cada dimensión utilizando la siguiente fórmula:

$$S_D = \frac{1}{n_D} \sum_{i=1}^{n_D} I_i^D$$

Donde:  $I_i^D$  es el indicador de la dimensión D, la cual tiene  $n_D$  indicadores. Por lo que  $S_D$  es el promedio de los indicadores de la dimensión (Sepúlveda, 2008).

Con el propósito de realizar valoraciones integrales en torno a los sistemas de producción y de representar de manera didáctica una situación determinada, se recomienda la integración de los indicadores hasta la obtención de un Índice Integrado de Desarrollo Sostenible ( $S^4$ ) que simboliza el estado de la sustentabilidad del sistema (Barrantes *et al.*, 2017).

Esta integración se realizó ponderando cada dimensión por un porcentaje de importancia, el cual fue definido por el investigador; luego de definir el valor ponderado de cada dimensión, se procedió al cálculo del índice integrado utilizando la siguiente fórmula:

$$S^4 = \sum_I^M \frac{\beta_D}{100} S_D$$

## 6.2. Determinación y análisis de puntos críticos de la sustentabilidad

El objetivo de los indicadores es simplificar la compleja realidad de la sustentabilidad de un sistema, por lo que sus resultados también deberán de ser expresados de manera sencilla y clara.

Para ello se utilizó la metodología del Biograma, que consiste en un diagrama multidimensional y en los índices respectivos que representan gráficamente el estado de los sistemas de producción agrícola familiar. De esta forma, se muestra el grado de desarrollo sustentable de los sistemas de producción, así como sus debilidades. Adicionalmente el Biograma permite realizar un análisis comparativo del sistema analizado en diversos momentos de su historia, demostrando su evolución en el tiempo (Barrantes *et al.*, 2018).

Haciendo uso de la ponderación del indicador y el biograma, se eligieron los indicadores con menor ponderación y que más vulneren la sustentabilidad, estos indicadores son conocidos como los puntos críticos de la sustentabilidad de las unidades agrícolas (ver Figura 3).

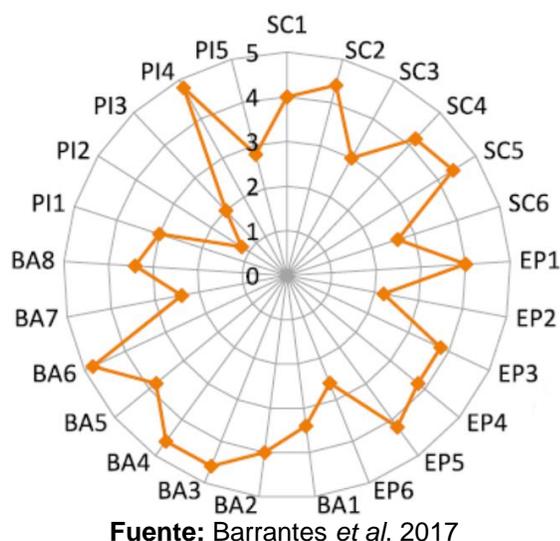


Figura 3: Ejemplo de gráfico Biograma con indicadores por dimensiones de la sustentabilidad

### 6.3. Identificación de elementos del Huerto Chikach con potencialidad de réplica en la finca Florencia

Las medidas de solución han de proponerse como estrategias de gestión representadas como un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo, encaminadas a solucionar los problemas detectados. Pueden elaborarse en talleres con la población que participó en la investigación y otros actores involucrados (Castillo *et al.*, 2018).

Para la selección de elementos con potencialidad de réplica, se consultó con los distintos agentes involucrados, principalmente personal administrativo, arrendatarios, empleados y habitantes de la finca, para identificar los principales problemas y las posibles soluciones a corto y mediano plazo.

Se utilizaron técnicas de Investigación de Acción Participativa -IAP-, una metodología con un enfoque social que busca una verdadera participación de la población involucrada en el proceso del estudio y promueve la modificación de las condiciones que afectan a los sectores populares. Esto requiere asignar un papel protagónico a los miembros de la comunidad, enfatizando en las habilidades y recursos, para la planificación y posterior ejecución de un proceso de transición agroecológica exitoso (Fals Borda, 1978, Sirvent, 2006, Geilfus, 2002, Vacarello y Véliz, 2018 e Izquierdo, 2017).

Las técnicas utilizadas fueron las visitas prediales, observaciones desestructuradas, diálogos semi-estructurados con agentes clave (la administración, arrendatarios, empleados, habitantes y visitantes del parque). De esta forma fue posible tener un criterio integral sobre los aspectos prioritarios a mejorar y los elementos de Chikach que pueden contribuir a dichas mejoras.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Resultados de encuestas realizadas en las unidades productivas

Se realizaron 36 encuestas para las unidades productivas que integraron el estudio, de las cuales 35 se encuentran en la finca municipal Florencia y una realizada en el Huerto Chikach. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la recopilación de datos para una caracterización preliminar del conjunto de unidades productivas.

#### 7.1.1. Dimensión institucional

##### A. Instituciones

En la Figura 4, se muestran las instituciones con presencia en las unidades productivas. Se observa que la municipalidad de Antigua Guatemala es la institución con mayor incidencia en las unidades estudiadas, presente en 33 de estas, un 91.67% del total, no estando teniendo relación únicamente en 2 unidades productivas pertenecientes a habitantes de la finca Florencia y la unidad conformada por el Huerto Chikach. La presencia de esta institución corresponde al hecho de que es la municipalidad la que proporciona el permiso y asigna el área a los empleados de la finca para su uso agrícola.

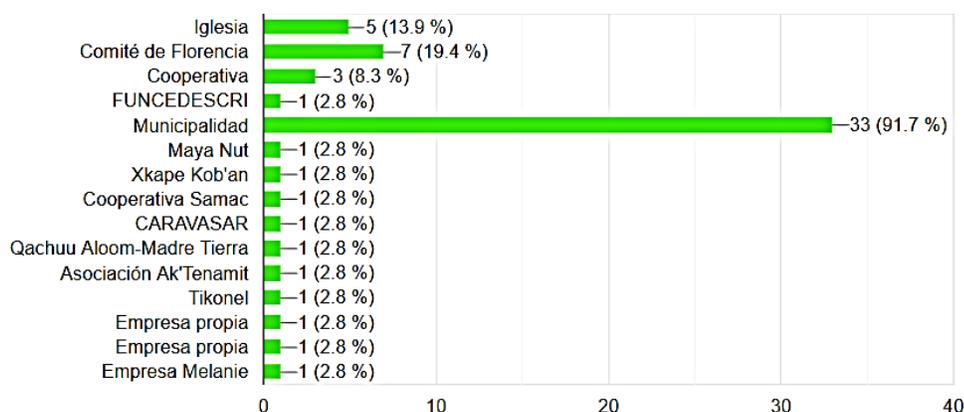


Figura 4: Presencia de instituciones

El comité Florencia, está presente en 7 de las 35 unidades productivas existentes en la finca. Sin embargo, sus principales actividades se limitan a la limpieza de áreas comunales, la recaudación de fondos y la planificación y realización de la fiesta patronal de la finca.

De las instituciones presentes en las unidades productivas de la finca Florencia, solo las empresas (4) y una cooperativa (presente en 3 unidades) tienen algún tipo de relevancia en temas de producción y/o comercialización de las unidades productivas, siendo principalmente, y casi únicamente, la elección de cultivos producidos.

En el huerto Chikach, se cuentan 7 instituciones presentes, siendo la Fundación Centro de Servicios Cristiano -FUNCEDESCRI- la de mayor importancia e incidencia, al ser Chikach una institución perteneciente a dicha fundación, esta es la encargada de gestionar los recursos financieros, logísticos y sociales del huerto. Mientras que el resto de instituciones tienen una presencia principalmente comercial a través de la venta de productos para que Chikach las comercialice a través de sus diferentes canales.

## B. Servicios públicos

Los servicios públicos con mayor presencia son electricidad, la recolección de basura y agua entubada, encontrándose en un 100%, 97.2% y 94.4% de los casos, respectivamente (ver Figura 5).

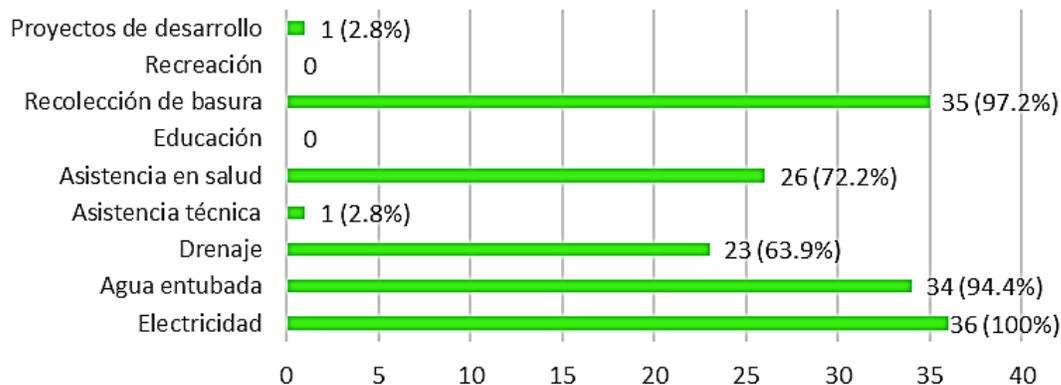


Figura 5: Servicios públicos presentes

En el caso de los servicios de agua entubada y la recolección de basura, su alta presencia se debe, principalmente, a que la finca Florencia proporciona estos servicios de manera gratuita a los habitantes del casco urbano de la finca. Mientras que la electricidad, para el caso de los habitantes del casco, se obtiene principalmente a través de conexiones con el alumbrado público del área de Santo Tomás Milpas Altas, razón por la cual este servicio se encuentra deficiente permitiendo únicamente el uso de un par de bombillas de forma simultánea y solo algunos electrodomésticos pequeños.

La asistencia en salud es un servicio presente en el 72.2% de los casos, de los cuales la totalidad de estos son empleados de la finca, los cuales tienen acceso a través del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS- al ser empleados por la municipalidad de Antigua Guatemala.

El drenaje de aguas servidas es un servicio presente en el 63.9% de los casos, principalmente en las viviendas fuera de la finca Florencia. La mayoría de personas del casco urbano no cuenta con un sistema de drenaje adecuado para aguas residuales, por lo que se drenan a flor de suelo o en fosas sépticas.

El Huerto Chikach es el único caso en el cual existen los servicios de asistencia técnica y proyectos de desarrollo para sus colaboradores, lo cual permite mejorar las condiciones productivas y sociales de los involucrados de manera constante.

### **C. Capacidad de gestión de productores**

Un total de 22 casos estudiados (61.1%) no cuenta con capacidad de gestionar aspectos relacionados con la transformación y/o comercialización de los productos, mientras que 13 (36.1%) y 4 (11.1%) de los casos realizan acciones para la gestión de su mercado local y nacional, respectivamente. Además, únicamente 2 casos (5.6%) realizan algún tipo de transformación de sus productos, entre ellos, el huerto Chikach (Figura 6).

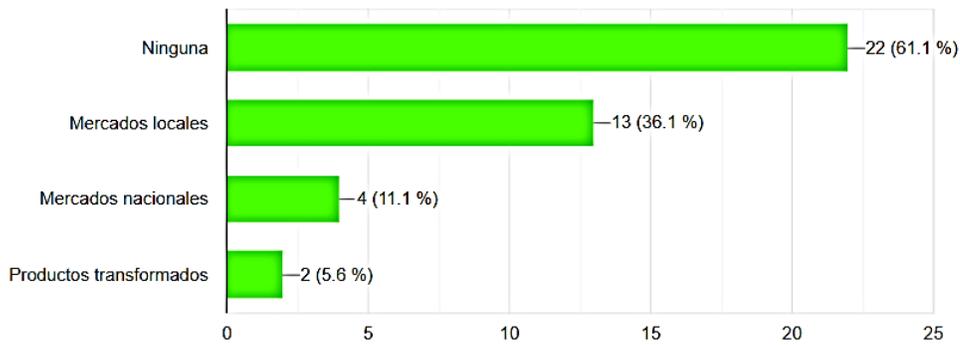


Figura 6: Capacidad de gestión de productores

## 7.1.2. Dimensión social-cultural

### A. Tenencia de la tierra

En la figura 7, se aprecia que la principal forma de tenencia de tierra para la producción agrícola es la modalidad de usufructo, en un 72.2% de los casos, a través de la municipalidad de Antigua Guatemala que proporciona áreas de cultivo para los empleados de la finca Florencia, así como el área de vivienda para los habitantes del casco, los cuales pueden tener cultivos en los patios de sus hogares.

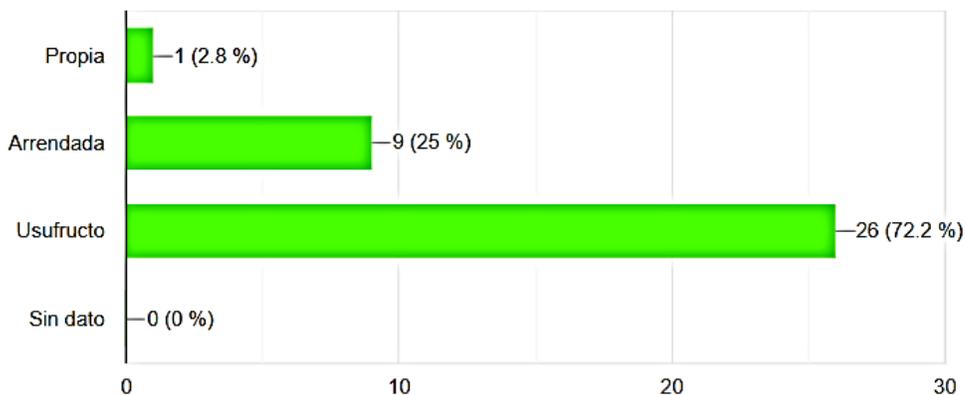


Figura 7: Tenencia de la tierra

## B. Prácticas ancestrales

La figura 8 muestra las diferentes prácticas ancestrales utilizadas en las unidades productivas estudiadas. El asocio de cultivos, siembra en temporal de lluvia y selección de semillas son las prácticas más utilizadas, en un 66.7%, 63.9% y 58.3% de los casos, respectivamente. Estas prácticas son utilizadas principalmente en las unidades con sistema milpa, en la mayoría de casos con el asocio de maíz y frijol.

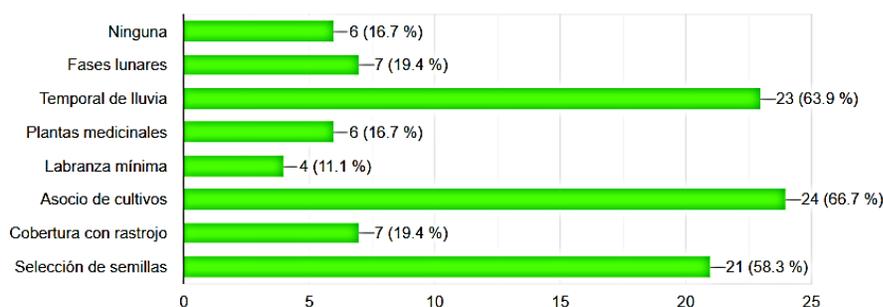


Figura 8: Prácticas ancestrales utilizadas

Otras prácticas utilizadas son: la cobertura con rastrojo, fases lunares, plantas medicinales y labranza mínima. Además, es importante resaltar que en los casos donde estas prácticas están presentes, lo están de forma conjunta aplicadas en las unidades productivas.

## C. Nivel de organización

La figura 9 muestra la forma en la que las unidades productivas están organizadas.

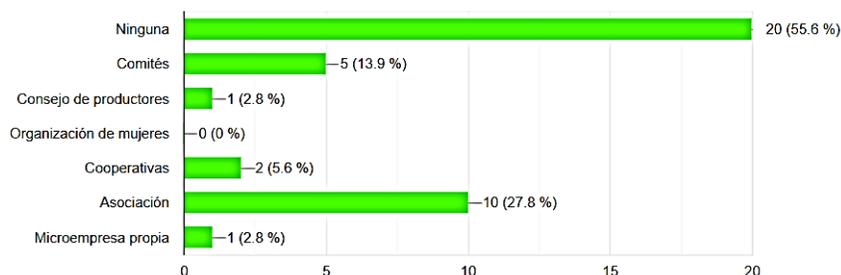


Figura 9: Nivel de organización

Se observa que en el 55.6% de los casos no existe ningún tipo de organización por parte del jefe de la unidad productiva, mientras que en un 27.8% de los casos existe organización en forma de asociaciones entre productores, principalmente entre familiares y/o compañeros de trabajo con el objetivo de distribuir los costos productivos y las labores.

#### D. Mano de obra

En el 86.1% de los casos, la mano de obra está conformada únicamente por el productor sin ningún tipo de ayuda, mientras que en un 27.8% y 22.2% de los casos hay colaboración por parte del cónyuge e hijos, respectivamente (ver figura 10).

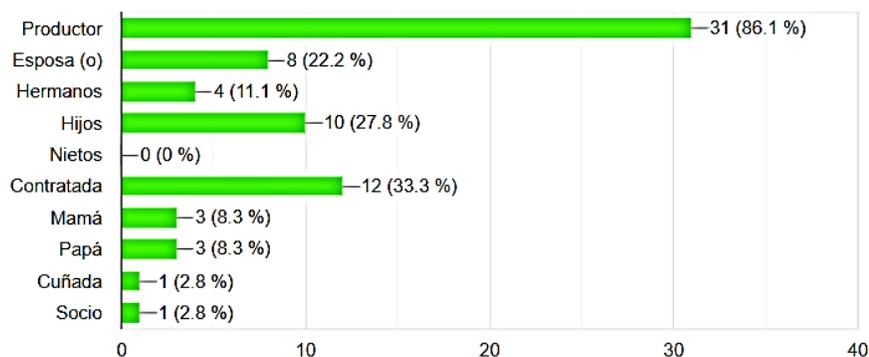


Figura 10: Mano de obra en la unidad productiva

Otros miembros familiares que participan como mano de obra, con menor frecuencia, en las labores de la unidad son los padres (8.3% cada uno) y hermanos (11.1%). Además, un tercio del total de unidades productivas estudiadas cuentan con mano de obra contratada para la realización de labores agrícolas, principalmente para la siembra, fertilización y la cosecha.

## E. Género

El 92.7% de los jefes de la unidad productiva son hombres, únicamente 3 unidades son dirigidas por mujeres, de los cuales, dos pertenecen a empleadas, y habitantes, de la finca y la unidad restante al Huerto Chikach (ver figura 11). Es importante destacar que, si bien se supone que los empleados de la finca tienen derecho a contar con un área para la producción agrícola, únicamente los hombres cuentan con unidades, por lo que existe una discriminación al momento de proporcionar este beneficio a los empleados.

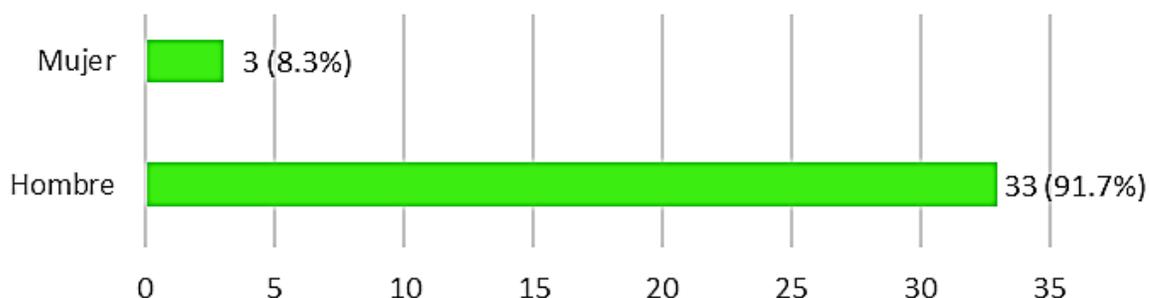


Figura 11: Género

## F. Migración

La migración no es un fenómeno frecuente dentro de la dinámica familiar de las unidades estudiadas (ver figura 12), solamente está presente en 7 (19.4%) de los casos, sin que se hubiera dado como último recurso ante situaciones críticas como violencia, delincuencia o pobreza, sino por motivos académicos o de relaciones interpersonales.

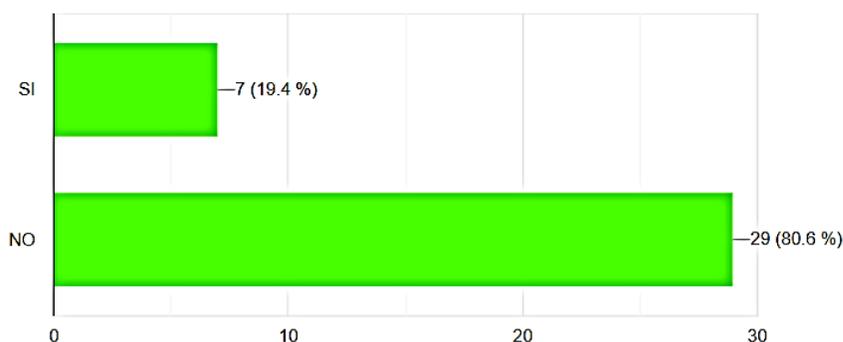


Figura 12: Existencia de familiares que hayan migrado

Es importante resaltar que aquellos casos en los que algún familiar del productor ha migrado, no existe ningún tipo de incidencia con la dinámica productiva, comercial o financiera, por lo cual no resulta relevante para la investigación.

## G. Escolaridad

La figura 13 muestra el nivel de escolaridad de los productores de las unidades estudiadas.

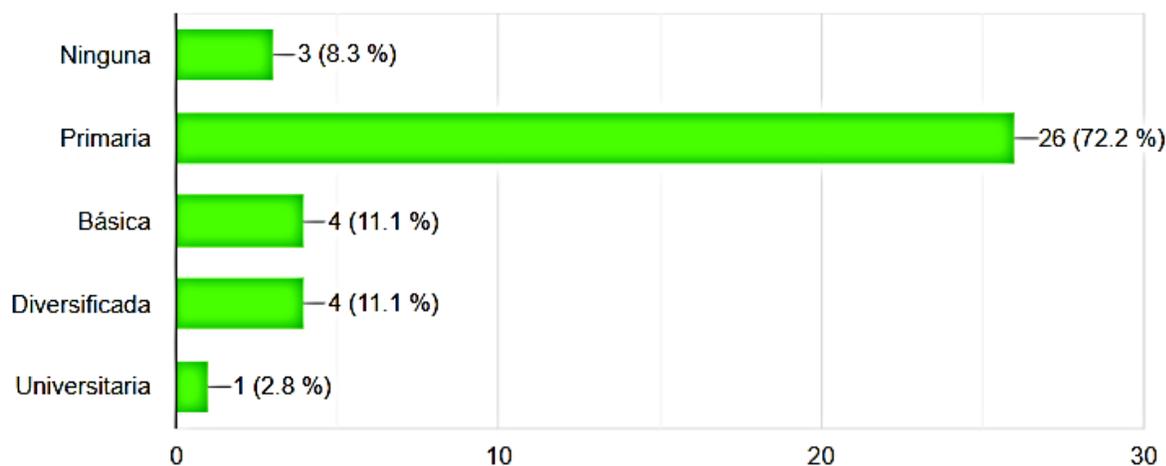


Figura 13: Nivel de escolaridad en la unidad productiva

La educación primaria es el nivel encontrado en los casos con mayor frecuencia (72.2%) y solo existe educación superior en uno de los casos estudiados (2.8%). Sin embargo, a pesar de que existen 3 casos en los cuales no se cuenta con ningún nivel de educación, 2 de ellos no son completamente analfabetos ya que pueden leer y escribir con cierta dificultad gracias a educación informal.

## H. Huerto familiar

Más de la mitad de los productores encuestados cuentan con un huerto familiar en sus hogares (ver figura 14). Los productores que cuentan con huertos familiares son, en su mayoría empleados de la finca, únicamente uno de los arrendatarios indicó tener uno en su hogar.

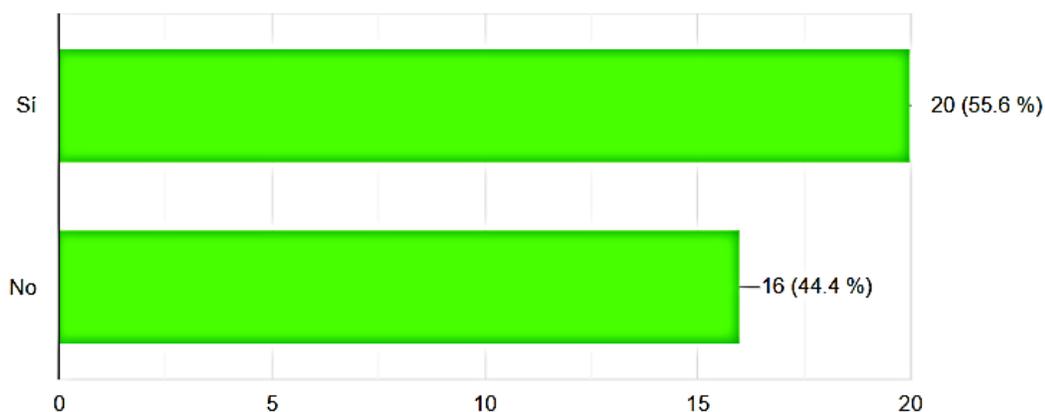


Figura 14: Existencia de huerto familiar

Más de la mitad de los casos estudiados (52.8%) no cuentan con cultivos herbáceos en el huerto familiar, mientras que el resto de los casos presenta una amplia variedad de cultivos de los cuales los más comunes son: frijol, güisquil y cilantro (22.2%); maíz, cebolla y apio (19.4%); banano (16.7%); rábano y perejil (13.9%); lechuga e izote (11.1%). El resto de cultivos presentes con menor frecuencia se encuentran distribuidos en 3 casos, de los cuales, uno de ellos cuenta con casi todos los cultivos enumerados en la encuesta, correspondiente a uno de los arrendatarios de la finca (ver figura 15).

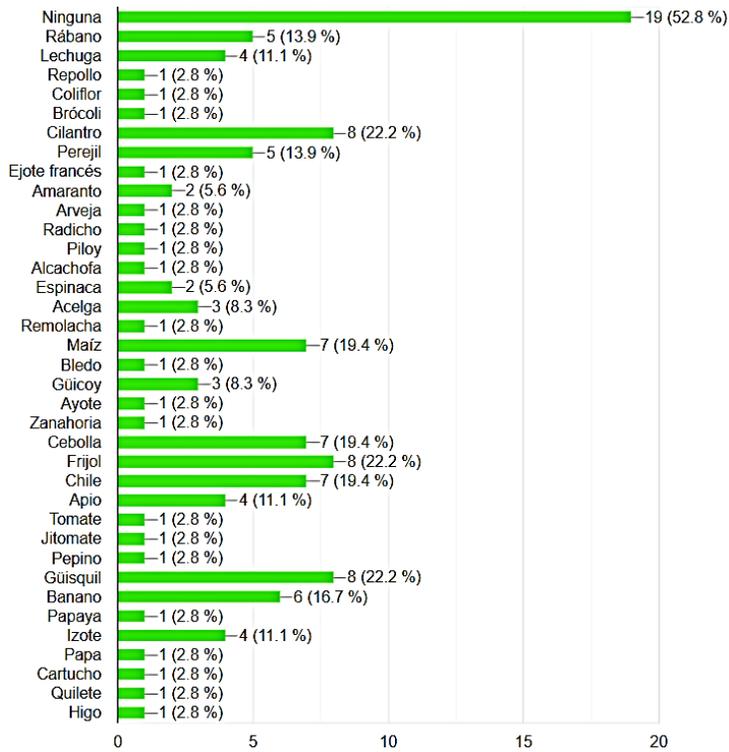


Figura 15: Cultivos herbáceos en el huerto familiar

Los huertos familiares cuentan con mayor variedad de plantas medicinales en comparación con el resto de cultivos herbáceos, siendo los más frecuentes: hierba buena, apazote, ruda, manzanilla, sábila, albahaca, té de limón y pericón (ver figura 16).

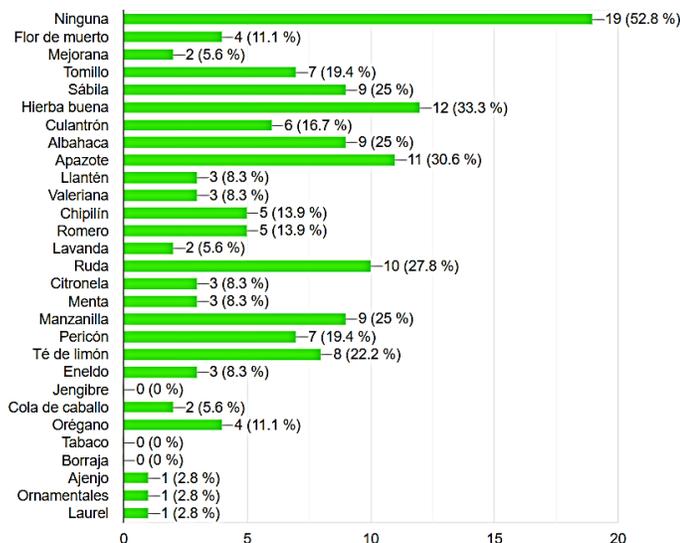


Figura 16: Cultivos medicinales en el huerto familiar

De los casos estudiados, el 52.8% cuenta con huerto familiar de plantas leñosas, en los cuales, las principales especies presentes son limón, aguacate y naranja con 47.2%, 38.9% y 36.1%, respectivamente (ver figura 17).

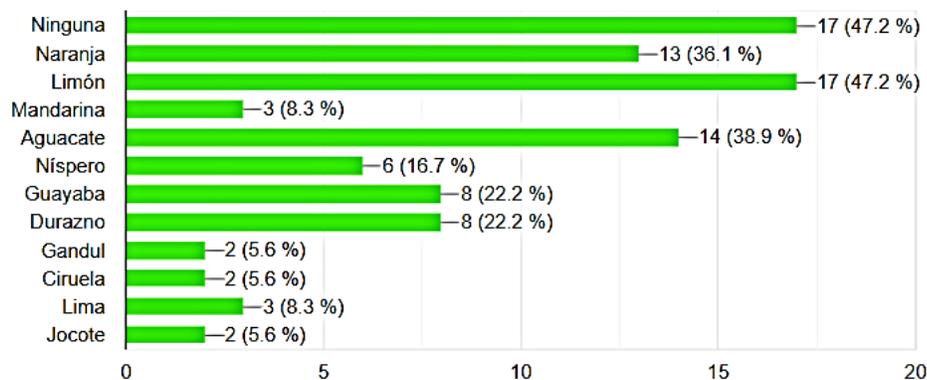


Figura 17: Plantas leñosas en huerto familiar

### 7.1.3. Dimensión económica-productiva

#### A. Producción pecuaria

En la mayoría de los casos (63.9%) no existe producción pecuaria, principalmente debido a la falta de espacio y al tiempo requerido para el mantenimiento de los animales (ver figura 18). Si embargo,

en un 36.1% de los casos existe algún tipo de producción pecuaria, en su mayoría aves de traspatio, principalmente gallinas criollas.

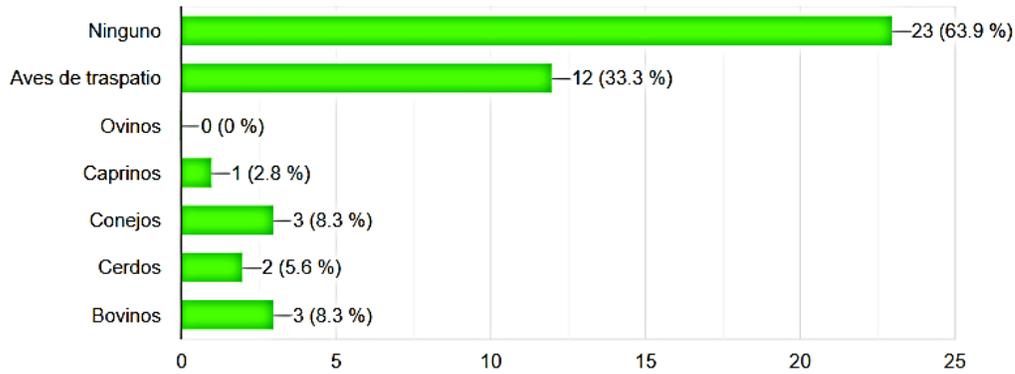


Figura 18: Especies pecuarias presentes en los casos de estudio

La fuente de alimento para los animales está conformada principalmente por grano almacenado y concentrado, en un 92.3% y 84.5%, respectivamente. El grano almacenado utilizado suele provenir de la unidad productiva en la mayoría de casos. En el caso de los bovinos, el pastoreo y pasto de corte son la fuente de alimento en 3 y 1 de los casos, respectivamente (ver figura 19).

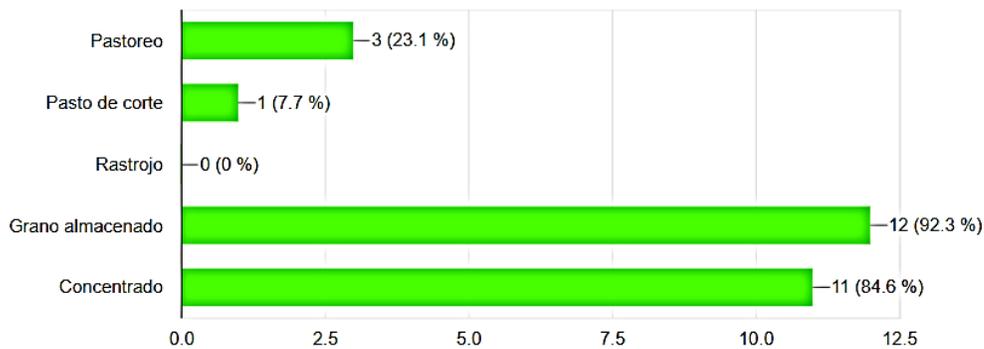


Figura 19: Fuente de alimento para animales

En todos los casos, el propósito de la producción pecuaria es el consumo familiar, existiendo, también, un propósito comercial en solo 3 casos de los cuales, 2 comercializan animales en pie y 1 animales en canal (ver figura 20).

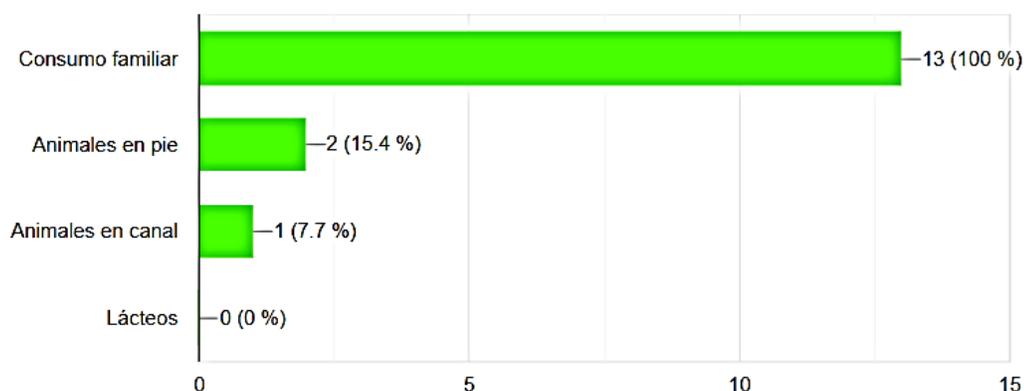


Figura 20: Propósito de la producción pecuaria

## B. Tamaño de la unidad productiva

En la figura 21, se muestra el tamaño de las unidades productivas estudiadas, de las cuales la mayoría (66.7%) están por debajo del  $\frac{1}{4}$  de hectárea, correspondientes a los empleados y/o habitantes de la finca.

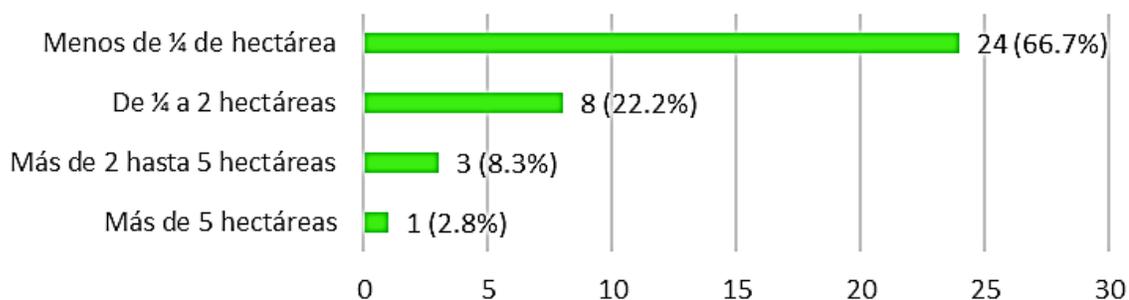


Figura 21: Tamaño de la unidad productiva

Como se mencionó anteriormente, los empleados de la finca Florencia cuentan con el beneficio de disponer de 1 o 2 cuerdas (cuerda=1089 m<sup>2</sup>) de terreno para su cultivo por lo cual el tamaño de sus unidades suele ser menor de  $\frac{1}{4}$  ha. Únicamente 2 empleados de la finca cuentan con una unidad productiva con un área mayor de  $\frac{1}{4}$  ha, no excediendo de 2 ha, lo cual se debe a que trabajan áreas que fueron asignadas a otros empleados a cambio de un monto monetario pre establecido por el arrendamiento a través de un acuerdo de palabra entre ellos. El resto de las unidades productivas

mayores a ¼ ha corresponden a las unidades de los arrendatarios y al huerto Chikach, teniendo únicamente una unidad mayor a 5 ha, correspondiente al mayor arrendatario de la finca.

### C. Producción agrícola

En la figura 22, se muestran los diferentes cultivos herbáceos existentes en las unidades productiva, siendo el maíz y el frijol los cultivos más frecuentes con un porcentaje de 69.4% y 61.1%, respectivamente, esto debido a que ambos forman parte fundamental y principal de la dieta de las familias de la finca Florencia.

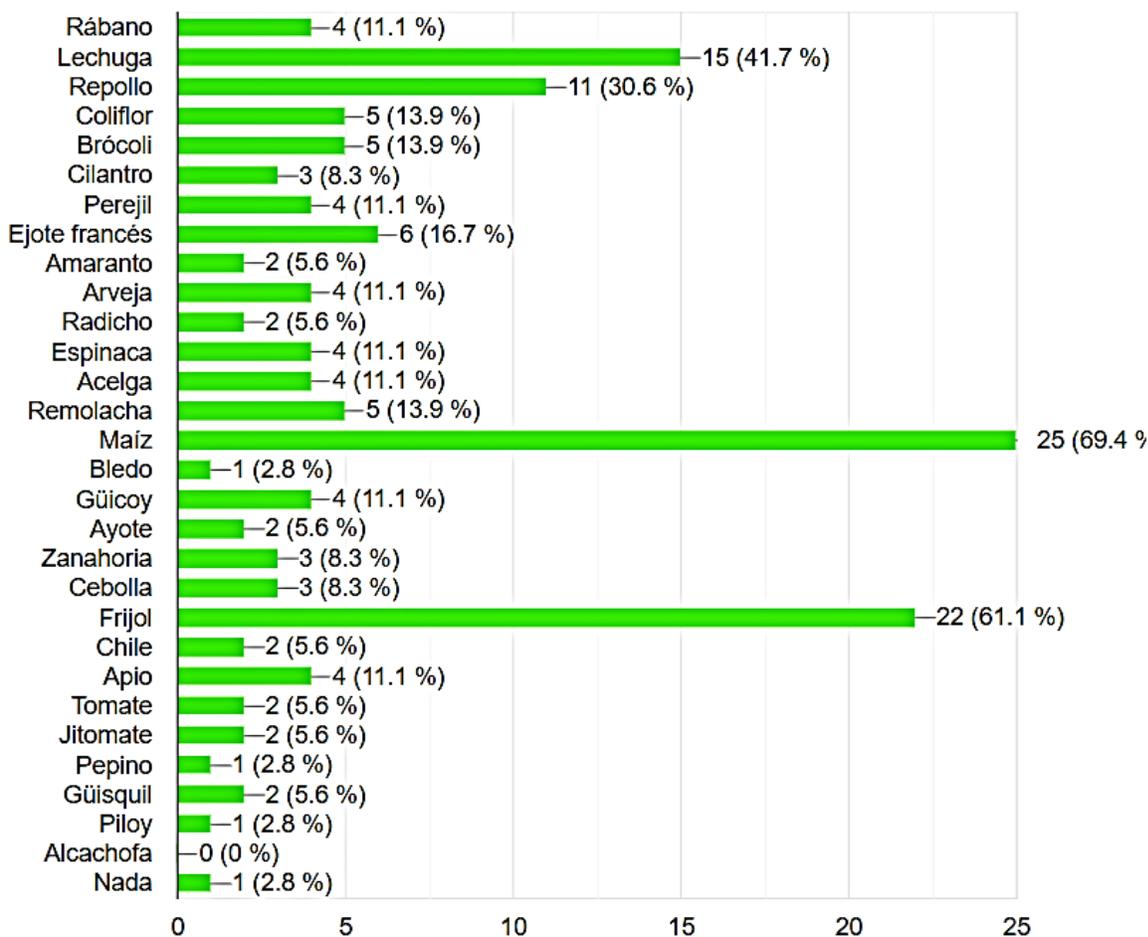


Figura 22: Cultivos herbáceos presentes en las unidades productivas

Los siguientes cultivos producidos con mayor frecuencia son lechuga y repollo, con un 41.7% y 30.6%, respectivamente. Estos cultivos están presentes en todas las unidades productivas de los arrendatarios y empleados de la finca, que cuentan con los recursos económicos necesarios para sufragar los costos de producción, ya que son los principales cultivos que se comercializan en la región.

Los cultivos medicinales no son frecuentes en las unidades productivas estudiadas, únicamente hay presentes en 3 casos (8.3%), de los cuales uno pertenece a un empleado de la finca Florencia (cultivo de quilete), a uno de los arrendatarios y al huerto Chikach, estos últimos con múltiples cultivos medicinales en su unidad (ver figura 23).

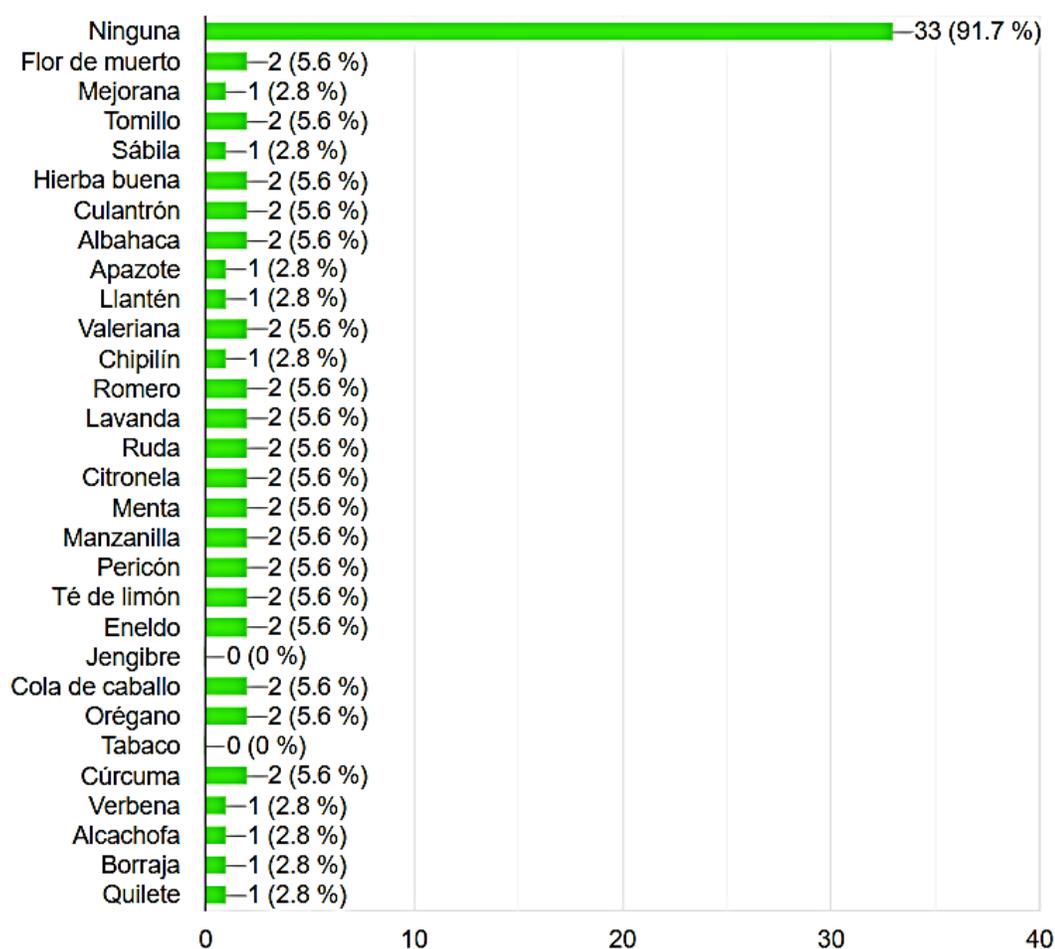


Figura 23: Cultivos medicinales presentes en la unidad productiva

El principal propósito de la producción agrícola de las unidades es el consumo familiar, sin embargo, más de la mitad de las unidades productivas tiene como propósito la comercialización de producto agrícolas (ver figura 24).

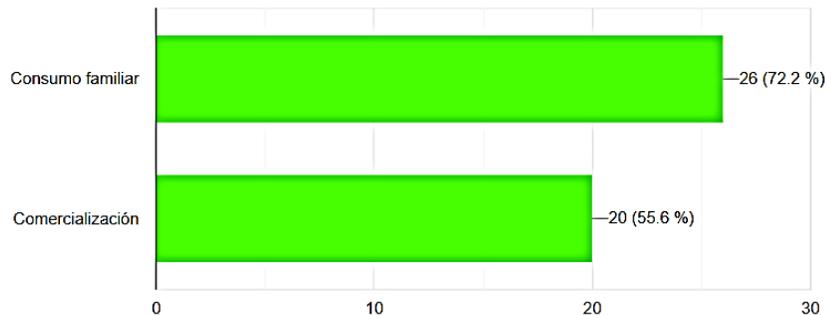


Figura 24: Propósito de la producción agrícola

#### D. Productos de fuentes forestales

En el 58.3% de los casos (ver figura 25), se extrae leña como producto forestal procedente de los bosques de la finca Florencia, es importante resaltar que se trata de una práctica sustentable puesto que los habitantes del casco pueden utilizar solamente el material leñoso que se encuentra en el suelo sin dañar los árboles.

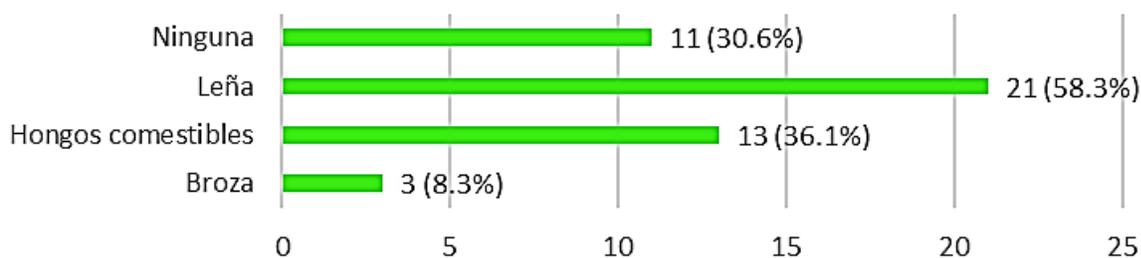


Figura 25: Productos de fuentes forestales

Los hongos comestibles son otro producto obtenido de los bosques por parte de los habitantes de la finca, quienes, a través del conocimiento ancestral, han aprendido a identificar las especies consumibles. Otro de los productos extraídos de los bosques es la broza, en 3 casos, de los cuales

2 son habitantes que la utilizan para sus huertos familiares y un arrendatario, de forma ocasional, comprándola en la finca.

### E. Tecnologías aplicadas en la unidad

Además de las clásicas herramientas para labores agrícolas (azadones, machetes, etc), los agroquímicos son la tecnología más utilizada (86.1%), ya sea para la fertilización o el control de plagas y enfermedades, estos últimos son aplicados con bomba de mochila (66.7%) o motobomba de mochila (8.3%) en el caso de algunos arrendatarios (ver Figura 26). Únicamente dos unidades productivas poseen estructuras de protección, correspondientes a un arrendatario (invernadero y macro túnel) y al huerto Chikach (techo de zaram y plástico).

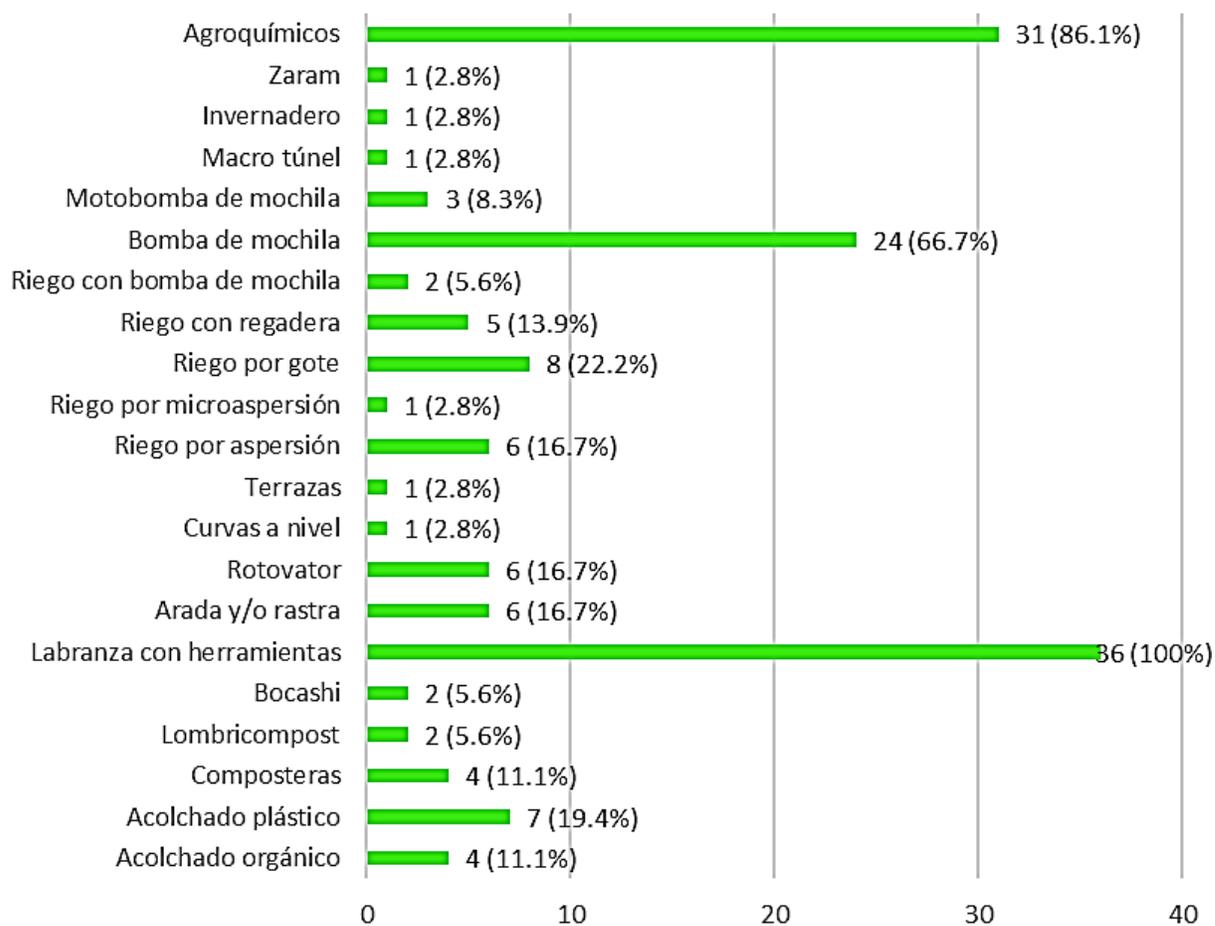


Figura 26: Tecnologías agrícolas

## F. Fuente de ingresos

Según la encuesta realizada, solamente 10 personas posicionan a la producción agrícola como su principal fuente económica (ver Figura 27).

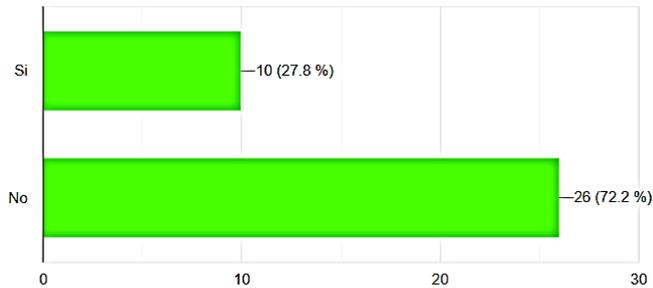


Figura 27: ¿Es la producción agrícola su principal fuente de ingresos?

De los 10 casos que tienen como principal fuente de ingresos a la producción agrícola, 8 corresponden a los arrendatarios de la finca, mientras que los 2 restantes a un empleado/habitante de la finca y al huerto Chikach. Todos ellos enfocan sus recursos financieros y esfuerzos a la producción agrícola, razón por la cual obtienen un mayor ingreso económico, sin tener que recurrir a otras actividades económicas.

Las principales actividades económicas que realizan los productores encuestados, corresponden a trabajos realizados en el Parque Ecológico Florencia, empleados por la municipalidad de Antigua Guatemala, principalmente en seguridad y mantenimiento (ver Figura 28).

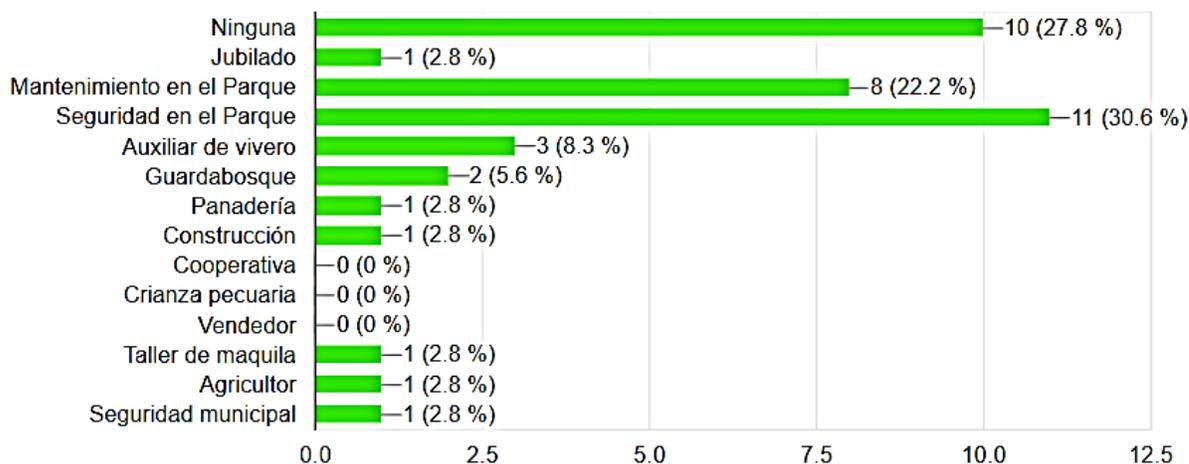


Figura 28: Actividades económicas

### G. Destino de los productos agrícolas

El principal destino de los productos agrícolas de los casos estudiados es el autoconsumo familiar, que corresponde a los empleados de la finca. Mientras que quienes comercializan los productos tienen como principal destino al municipio de Santa Lucía Milpas Altas (ver Figura 29).

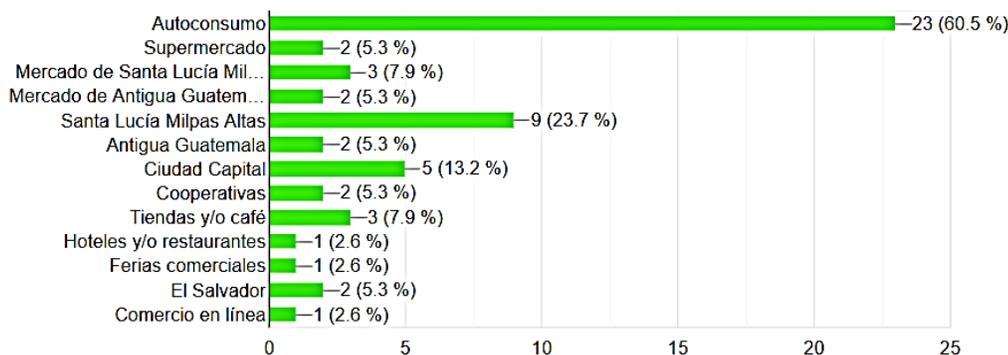


Figura 29: Destino de los productos agrícolas

### H. Transformación de productos

La mayoría de productores (86.1%) no realiza ningún tipo de transformación de los productos agrícolas al momento de comercializarlos. Solo el 13.9% realiza algún tipo de transformación,

principalmente, lavado y empaque de los productos; únicamente 2 casos realizan otro tipo de transformación, entre ellos el huerto Chikach (ver Figura 30).

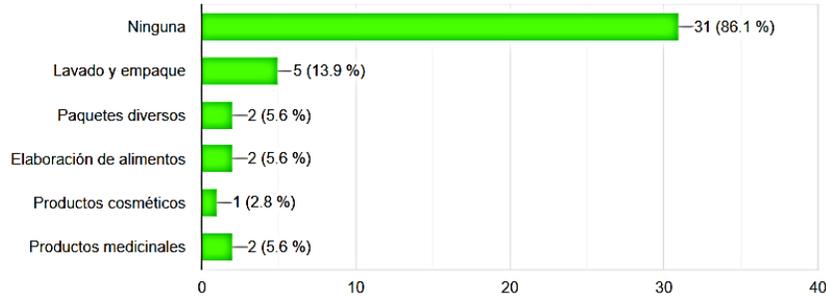


Figura 30: Transformación de productos agrícolas

## I. Calidad de los productos

La calidad no es un aspecto que los productores tomen en cuenta en su unidad productiva, por lo cual el 63.9% no tiene determinada la calidad que presentan sus productos al cosechar, mostrando deficiencias en el control de su producción y comercialización. Sin embargo un 36.1% indica que obtiene productos de primera calidad y un 19.4% de segunda (ver Figura 31).

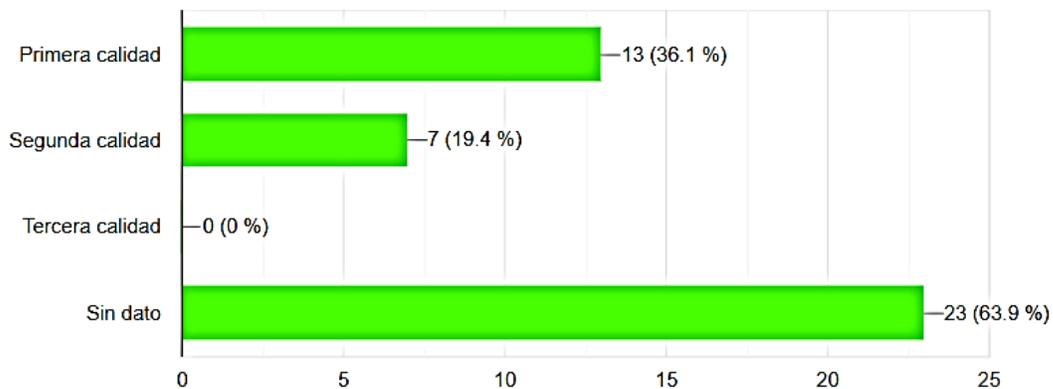


Figura 31: Calidad de los productos en la unidad

## J. Rentabilidad de la unidad productiva

El 80.6% de los casos no cuenta con datos de rentabilidad en sus unidades productivas, lo que impide conocer con exactitud la situación económica-productiva existente. De los casos que manejan datos de rentabilidad, 2 unidades (5.6%) tiene una rentabilidad entre 10%-15%, 3 unidades (8.3%) con una rentabilidad entre 15%-20% y una con una rentabilidad por encima de 30% (ver Figura 32).

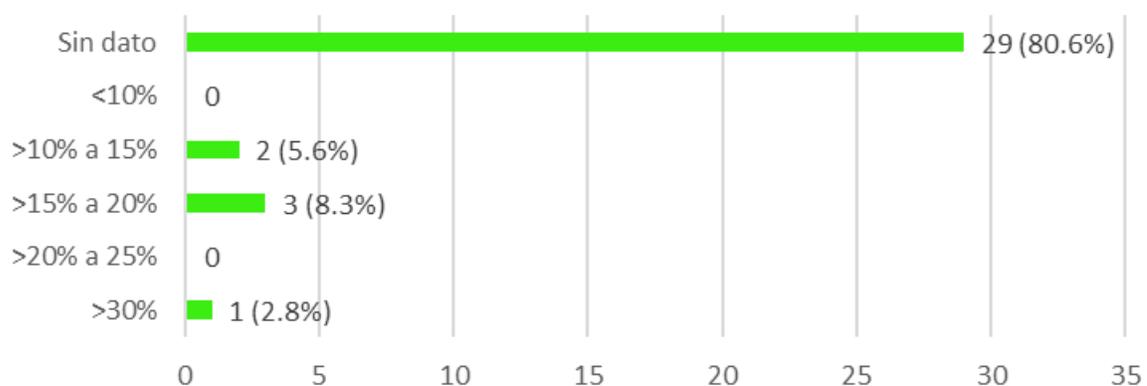


Figura 32: Rentabilidad de la unidad productiva

### 7.1.4. Dimensión biofísica-ambiental

#### A. Prácticas y técnicas de conservación de suelos

Las prácticas y técnicas de conservación de suelos más utilizadas son el asocio de cultivos y las cortinas rompe vientos (ver Figura 33). El asocio se da principalmente entre maíz y frijol, en ocasiones con cucurbitas, mientras que las cortinas rompe vientos están presentes en todas las unidades productivas de los empleados, conformadas por árboles de cipres.

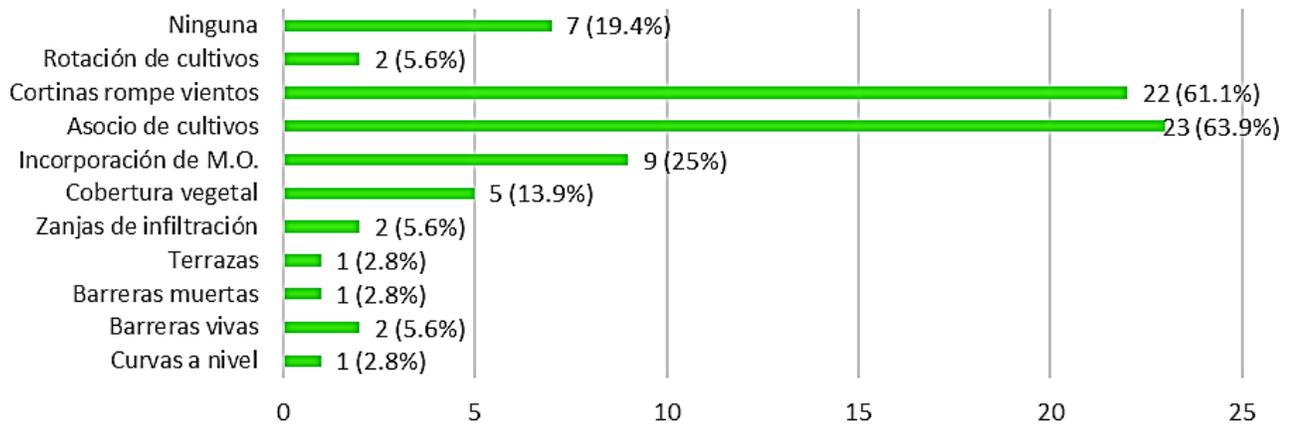


Figura 33: Prácticas y técnicas de conservación de suelos

Únicamente 7 unidades (19.4%) no presentan ningún tipo de prácticas o técnicas de conservación de suelos, debido principalmente a la falta de conocimiento o al desinterés de los productores sobre la erosión de los suelos. Sin embargo, son pocos los casos donde existen estructuras de conservación que eviten la erosión hídrica.

## B. Fertilización

El principal tipo de fertilización de las unidades es la química (86.1%), prefiriéndose sobre la fertilización orgánica (72.2%) por su rápido efecto en la producción. Únicamente una unidad productiva no realiza ningún tipo de fertilización (ver Figura 34).

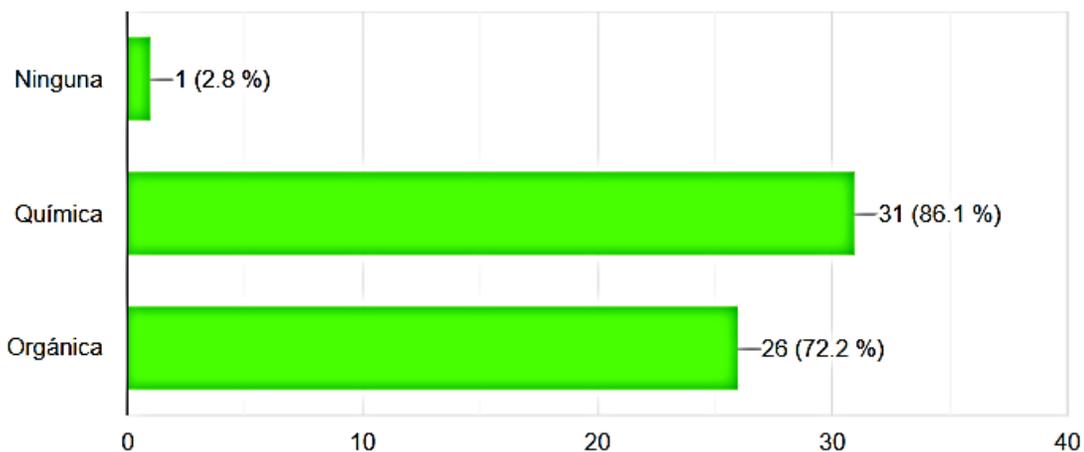


Figura 34: Fertilización en las unidades productivas

A pesar de no ser el tipo de fertilización más utilizado, 26 casos realizan aplicaciones de material orgánico en la unidad, principalmente gallinaza (66.7%) por su bajo costo y rápido efecto, aplicando al momento de la siembra. Únicamente 3 casos (8.3%) utilizan material orgánico compostado (ver Figura 35).

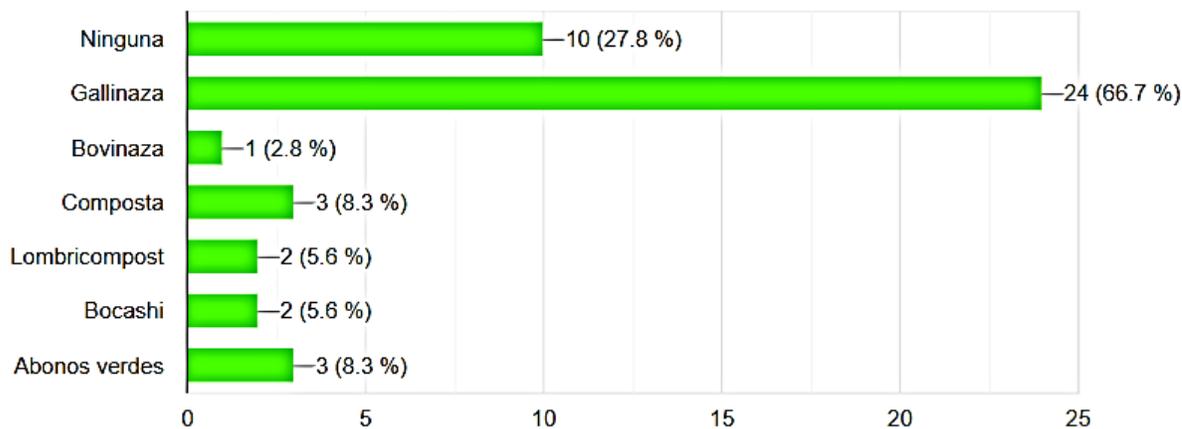


Figura 35: Abonos orgánicos utilizados

### C. Pérdida perceptible de suelo por erosión hídrica

El 58.3% de los productores observan pérdida de suelo por el arrastre superficial del agua, mientras que un 16.7% indican que se producen deslizamientos y corrientes superficiales en su unidad productiva (ver Figura 36).

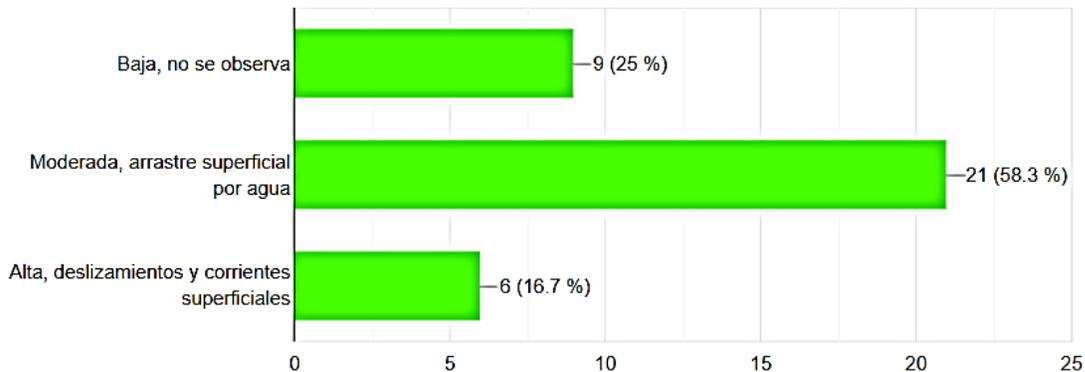


Figura 36: Pérdida perceptible de suelo por erosión hídrica

Aquellas unidades con moderada o alta pérdida perceptible de suelo no cuentan con estructuras de conservación de suelo que reduzcan la erosión producida por el agua procedente de las lluvias y/o el riego en los cultivos.

### D. Fuentes de agua

Aquellos que utilizan agua para uso agrícola la adquieren de pozos privados (19.4%) o poseen los propios (8.33%) y el huerto Chikach que tiene como fuente de agua los pozos de municipales. Las fuentes de agua más utilizadas son el pozo de la finca Florencia (38.9%) y municipal (25%), de la cual hacen uso todos los habitantes y el resto de empleados de la finca, respectivamente, para su uso en el hogar y no tanto para la producción agrícola (ver Figura 37).

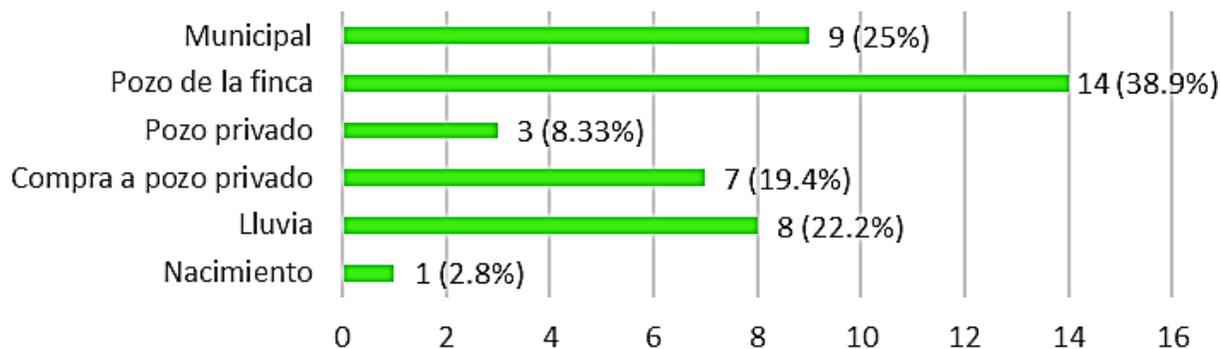


Figura 37: Fuentes de agua

### E. Manejo de aguas residuales

En más de la mitad de los casos (52.8%) se cuenta con sistemas de drenaje para las aguas residuales, el cual va conectado con el alcantarillado público. Sin embargo, el 47.2% no cuenta con un sistema adecuado para el manejo de aguas residuales, drenándose a flor del suelo (33.3%), fosa séptica (19.4%) o, en el mejor de los casos a un pozo de absorción (ver Figura 38).

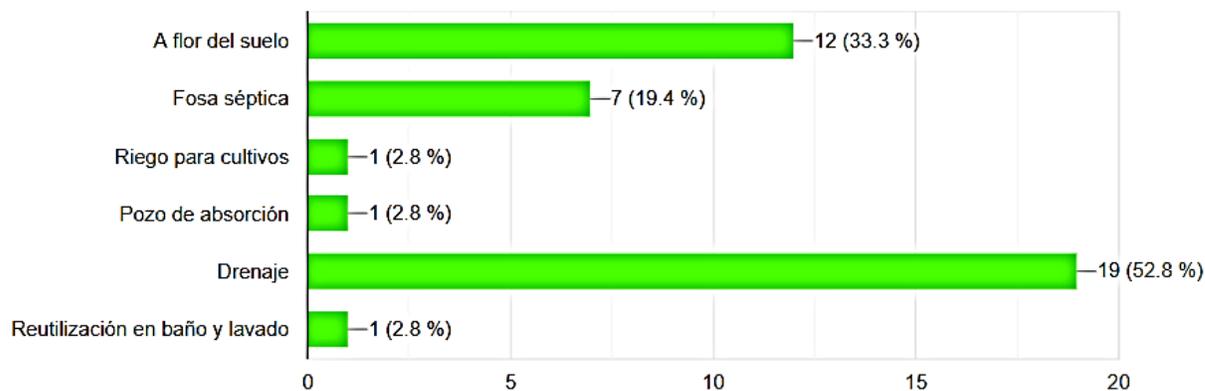


Figura 38: Manejo de aguas residuales

## F. Manejo de desechos biodegradables

El manejo de desechos biodegradables se realiza principalmente a través de la recolección municipal (77.8%), en el caso de los habitantes de la finca, tienen acceso a este servicio de forma gratuita llevado a cabo por el personal de mantenimiento del parque. Sin embargo, también está presente la quema como forma de manejo (38.9%), teniendo un efecto negativo para el medio ambiente por la generación de gases de efecto invernadero y la pérdida de microorganismos en el suelo producto de la quema (ver Figura 39).

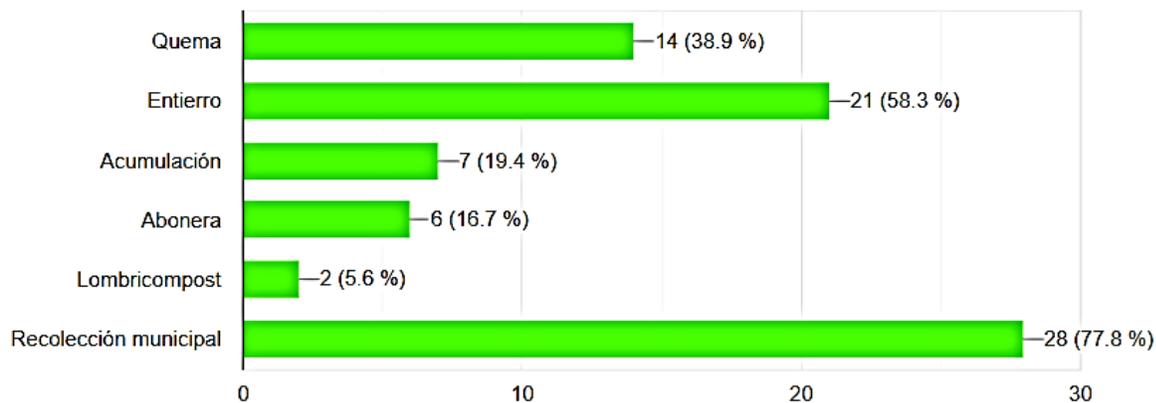


Figura 39: Manejo de desechos biodegradables

En algunas unidades productivas se realiza un manejo a los desechos biodegradables con el objetivo de transformarlos en abonos orgánicos elaborando aboneras (16.7%) y lombricompost (5.6%). Destaca el manejo de desechos biodegradables que realiza el huerto Chikach para la elaboración de diversos tipos de abonos orgánicos.

## G. Manejo de residuos y desechos no biodegradables

En la mayoría de casos (91.7%), los desechos no biodegradables son recolectados para ser llevados a los basureros municipales. Además, el 36.1% de unidades clasifican sus residuos para el reciclaje de latas y plásticos (ver Figura 40).

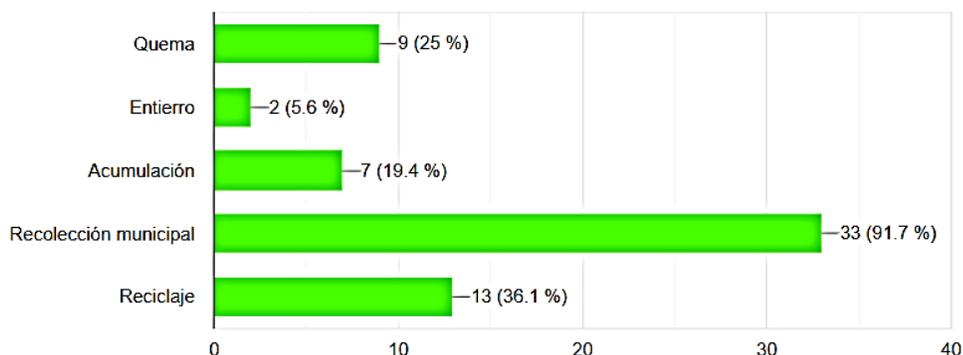


Figura 40: Manejo de residuos y desechos no biodegradables

Sin embargo, algunas unidades productivas manejan sus desechos de formas que generan impactos negativos al medio ambiente debido a la contaminación, como es el caso de la quema (25%), acumulación (19.4%) y el entierro (5.6%).

## H. Manejo de arvenses (malezas)

Las unidades productivas cuentan con diversas formas de manejo para el control de arvenses (ver Figura 41).

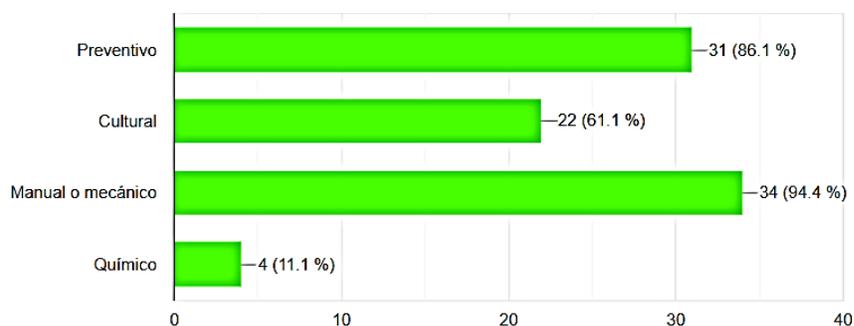


Figura 41: Manejo de arvenses

Para el control mecánico, se realiza deshierbe con herramientas en las unidades productivas y el control cultural, en el caso del cultivo de maíz se realiza con el aporque. En el caso del control preventivo, se presentan diferentes formas de control (ver Figura 42).

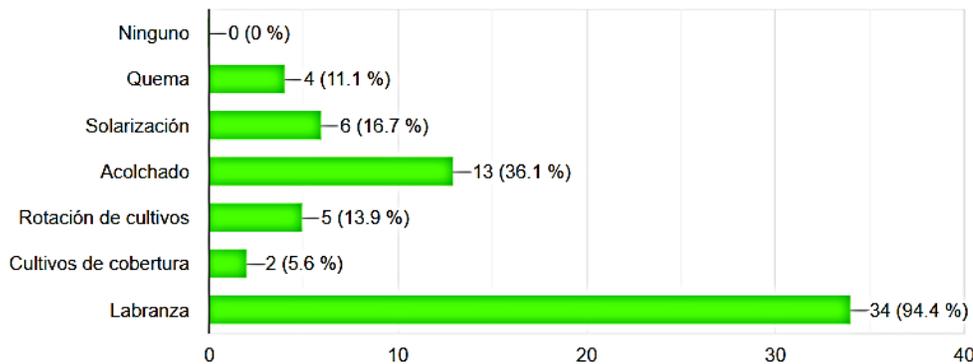


Figura 42: Control preventivo de arvenses

La labranza, previa a la siembra, es la principal forma de control preventivo de las unidades productivas (94.4%), la cual evita la presencia de malezas en las etapas iniciales de los cultivos. La forma de control, para todo el ciclo de cultivo, más utilizada es el acolchado (36.1%) ya sea orgánico, con material vegetal, o plástico. La utilización de cultivos de cobertura está presente únicamente en 2 de los casos, pertenecientes a un arrendatario y al huerto Chikach, obteniendo beneficios, adicionales al control de malezas, como retención de humedad e incorporación de materia orgánica al suelo.

En el caso del control químico que realizan las unidades productivas (11.1%), se utilizan herbicidas post emergentes en los momentos en el que consideran que sus unidades presentan un exceso de malezas al punto que consideran que el deshierbe con herramientas no es suficiente para el control.

## I. Manejo de plagas y enfermedades

En la Figura 43, se observan las diferentes formas de control para el manejo de plagas y enfermedades, de las cuales las más utilizadas son el control cultural (75%) y el control químico (66.7%). Únicamente en dos casos (5.6%) no realiza ningún tipo de control de plagas y

enfermedades en la unidad productiva. Además, se debe destacar el uso de control biológico con hongos y bacterias y de productos vegetales y minerales preparados (5.6%), usados por un arrendatario de la finca y el huerto Chikach.

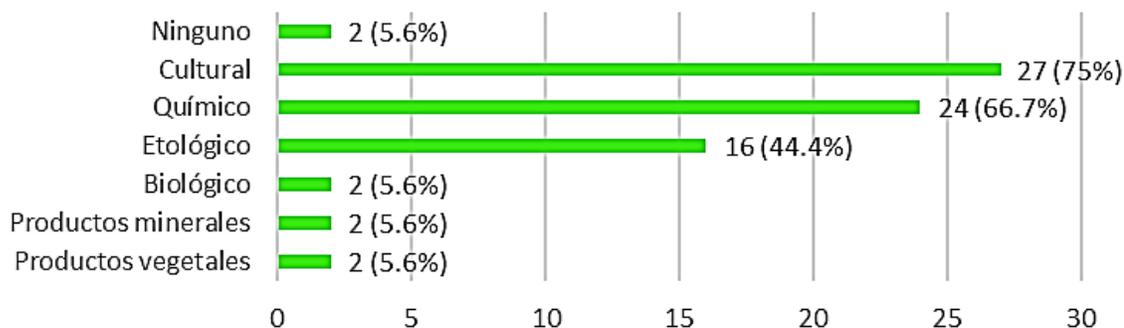


Figura 43: Control de plagas y enfermedades

Las prácticas de control cultural más utilizadas son la eliminación de plantas enfermas (58.3%) y el manejo de las fechas de siembra (44.4%). Del total de unidades productivas, el 25% no realiza ninguna práctica cultural, pertenecientes a ocho arrendatarios y un empleado del parque (ver Figura 44).

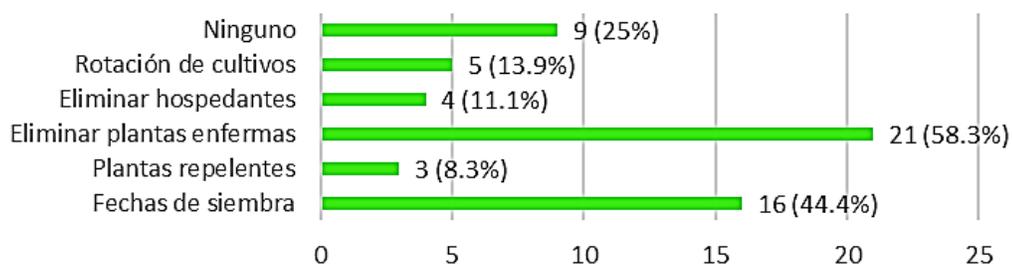


Figura 44: Control cultural de plagas y enfermedades

El 44.4% de las unidades realiza alguna práctica de control etológico para plagas, de las cuales, la principal es el uso de hilos para evitar que las aves se alimenten de las semillas de maíz después de la siembra (27.8%). El uso de plantas pegajosas con atrayente es una práctica utilizada por algunos arrendatarios de la finca (13.9%) y destaca el uso de espantapájaros por parte de otro arrendatario (ver Figura 45).

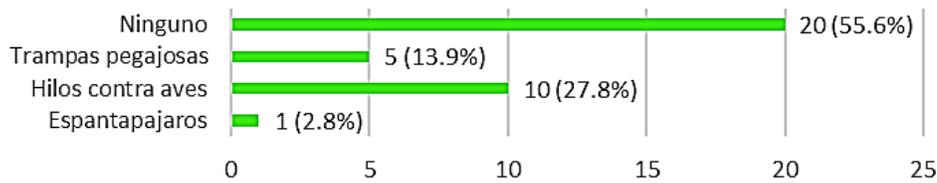


Figura 45: Control etológico de plagas

Al ser el tipo de control más utilizado, realizando numerosas aplicaciones de diversos productos de forma semanal, sin hacer uso de umbrales que justifiquen las aplicaciones oportunas. Entre los agroquímicos utilizados se pueden mencionar: cipermetrina, ditiocarbamatos, triazoles, estrobirulinas, entre otros. Es importante determinar la categoría toxicológica a la que pertenecen los productos aplicados en las unidades y el riesgo que representan para el ser humano en caso de ingestión o contacto. En la Figura 46 se observan los productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades en las unidades productivas.

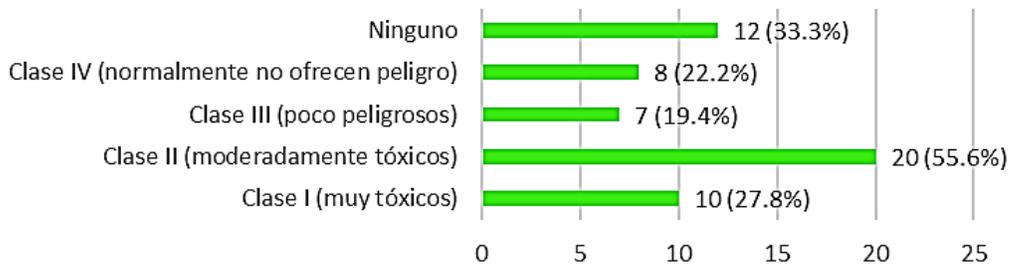


Figura 46: Productos utilizados para el control químico de plagas y enfermedades

La Clase II, correspondiente a los productos moderadamente tóxicos, es la más utilizada en las unidades (55.6%), mientras que el 27.8% de las unidades utilizan productos clasificados como “muy tóxicos”. Las clases III y IV son utilizadas por el 19.4% y 22.2% de las unidades respectivamente. Todos estos productos son aplicados sin ningún equipo de protección personal para evitar intoxicaciones y, al momento de la cosecha, no se realiza ningún lavado de los productos antes de comercializarlo o consumirlo.

Es importante resaltar el hecho de que el uso de diferentes tipos de agroquímicos no depende de la consideración de la toxicología sino solamente de la recomendación por parte de los agroservicios

en función de lo que consideran eficaz de forma inmediata. Además, el no uso de estos productos por parte de las unidades, en su mayoría, no se debe a una elección basada en criterios técnicos o conciencia agroecológica, sino en la carencia de recursos económicos para adquirirlos.

## 7.2. Determinación de los subsistemas de producción agrícola

Para la determinación de los subsistemas de producción agrícola, se realizó un análisis de conglomerados de dos fases, conocido como clúster bietápico, en el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics 25.0.

Se utilizaron 15 variables para la determinación de los clústeres, seleccionados basándose en los criterios de sugeridos por Barrantes *et al.* (2018), para la evaluación de la sustentabilidad, y en la experiencia del investigador de acuerdo a las características específicas de las unidades productivas evaluadas (ver Cuadro 2).

Cuadro 2: Variables utilizadas para la determinación de los subsistemas

<b>Dimensión socio-cultural</b>	<b>Dimensión económica-productiva</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenencia de la tierra</li> <li>• Prácticas ancestrales en la unidad</li> <li>• Existencia de huerto familia</li> <li>• Tipo de mano de obra empleada</li> <li>• Nivel de organización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías agrícolas en la unidad</li> <li>• Manejo de plagas y enfermedades</li> <li>• Tamaño de la unidad productiva</li> <li>• Cultivos herbáceos en la unidad</li> </ul>
<b>Dimensión biofísica-ambiental</b>	<b>Dimensión institucional</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de desechos no biodegradables</li> <li>• Fuentes de agua</li> <li>• Prácticas y/o técnicas de conservación de suelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituciones involucradas</li> <li>• Servicios públicos</li> <li>• Capacidad de gestión de productores</li> </ul>

Una vez ingresados los datos de las variables seleccionadas para las unidades de producción agrícola, se determinó la existencia de dos subsistemas o clústeres para el conjunto de datos

estudiados, obteniendo una calidad regular, cercana a buena, debido a la naturaleza cualitativa de la mayoría de las variables (ver Figura 47).

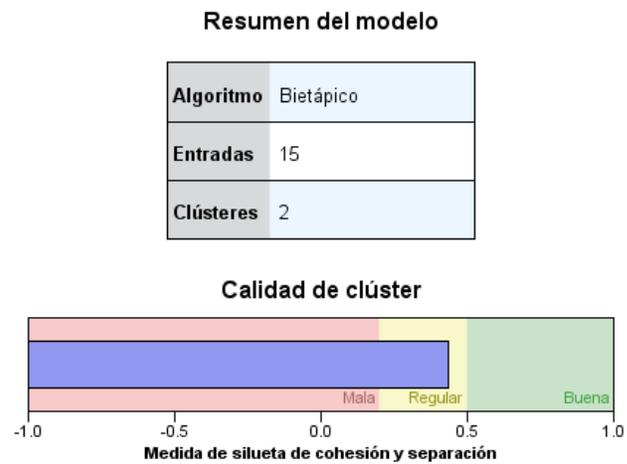


Figura 47: Resumen del modelo estadístico para la determinación de los subsistemas

Se generaron dos clústeres conteniendo diferente cantidad de unidades entre ellos, con un coeficiente de tamaño de 1.77 (ver Figura 48).

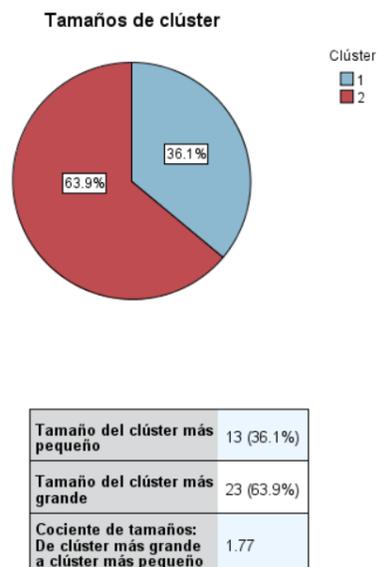


Figura 48: Tamaños de clúster

Si bien se utilizaron 15 variables, el análisis identifica 10 variables como los predictores más importantes para la determinación y formación de los clústeres (ver Figura 49).

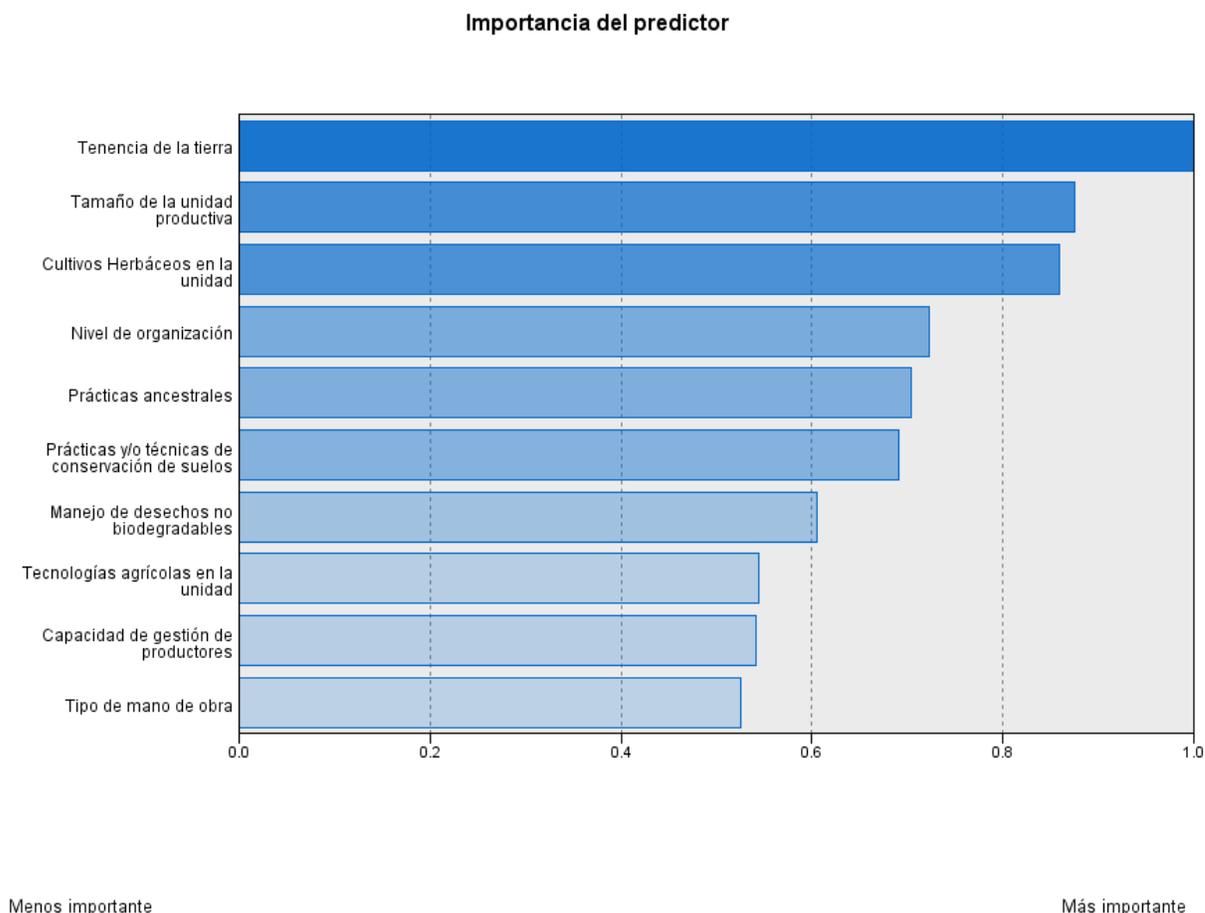


Figura 49: Importancia del predictor

Los diez predictores más importantes estuvieron conformados por 4 variables de la dimensión socio-cultural (tenencia de la tierra, nivel de organización, prácticas ancestrales y tipo de mano de obra, 3 de la dimensión económica-productiva (tamaño de la unidad productiva, cultivos herbáceos en la unidad y tecnologías agrícolas), 2 de la dimensión biofísica-ambiental (prácticas y técnicas de conservación de suelo y el manejo de desechos no biodegradables) y 1 de la dimensión institucional (capacidad de gestión de productores).

El Cuadro 3 muestra la distribución de unidades productivas en los conglomerados o clústeres generados en el programa.

Cuadro 3: Distribución de unidades productivas en los clústeres

<b>Nombre Del Productor</b>	<b>No. Caso</b>	<b>Rol</b>	<b>Clúster</b>
Juan Manuel Pérez	1	Arrendatario	1
Héctor Gonzáles	2	Empleado/Habitante	1
Gregorio Reyes	3	Empleado	1
Edgar García	4	Empleado	2
Manuel García	5	Empleado/Habitante	2
Jesús García	6	Empleado	2
Rafael López	7	Empleado	2
Mario Molina	8	Empleado	2
Cleofas Hernández	9	Empleado	2
Florentín López	10	Empleado/Habitante	2
Guadalupe García	11	Empleado	2
Cayetano Lopéz	12	Habitante	2
Daniel Cetino	13	Empleado/Habitante	1
Armando García	14	Empleado	2
Nelson García	15	Empleado/Habitante	2
Juan Aspuac	16	Empleado	2
Gustavo Tec	17	Empleado	2
Evelia Pineda	18	Empleado/Habitante	2
Miriam García	19	Empleado/Habitante	2
Agustín Sulá	20	Empleado	2
Otto García	21	Empleado/Habitante	2
Fernando García	22	Empleado/Habitante	2
David Pineda	23	Arrendatario	1
Freddy Pineda	24	Arrendatario	1
Eddy Pineda	25	Arrendatario	1
Edvin Pineda	26	Arrendatario	1
Manuel García	27	Arrendatario	1
Gino García	28	Arrendatario	1
Ernesto García	29	Arrendatario	1
Freddy Solorzano	30	Arrendatario	1
Julio García	31	Empleado	2
Epifanio García	32	Empleado	2
Modesto Apxuac	33	Empleado	2
Miguel García	34	Empleado/Habitante	2
Jorge García	35	Empleado	2
Huerto Chikach	36	Faro agroecológico	1

### 7.3. Validación de los subsistemas de producción agrícola

Para la validación de los datos, se realizaron visitas a las unidades productiva y se hizo uso de un vehículo aéreo no tripulado, o dron, para la toma de imágenes aéreas de las unidades agrícolas de la finca, pertenecientes a los arrendatarios y empleados.

Para el clúster 1, integrado por 9 arrendatarios, 3 empleados y el huerto Chikach, se tomaron fotografías aéreas a las unidades de los señores David Pineda, Freddy Pineda, Freddy Solorzano y Juan Manuel Pérez.

En la Figura 50, se muestran los cultivos del señor David Pineda, el principal arrendatario del área agrícola de la finca Florencia. Se puede observar el uso de acolchado plástico, los diferentes cultivos de brassicas, los árboles que sirven como cortinas rompe vientos y algunos terrenos recién mecanizados. Todos los cultivos presentan riego por goteo, el cual no puede verse a simple vista por estar entre las plantas.



Figura 50: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a David Pineda

En la Figura 51, se muestra la unidad productiva del señor Freddy Pineda en las cual se pueden observar diferentes cultivos como brassicas, rábano, quilete y arveja, también se observan los árboles que sirven como cortinas rompe vientos, acolchado plástico, tubería para los laterales del riego por goteo e incluso un reservorio en desuso. Además, en la esquina inferior derecha puede observarse la acumulación de desechos no biodegradables.



Figura 51: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Freddy Pineda

En la Figura 52 se muestra la unidad agrícola manejada por el señor Manuel García, se puede observar los cultivos de lechuga, frijol y repollo, acolchado plástico áreas recién regadas con goteo, áreas mecanizadas y algunas con una mezcla de gallinaza y cal que posteriormente será incorporada al suelo con rotovator. Además, se observan camiones que se encargan del transporte de insumos agrícolas y de los productos cosechados.



Figura 52: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Manuel García

En la Figura 53 se muestra la unidad productiva perteneciente al señor Freddy Solorzano, se observan los cultivos de coliflor y lechuga, acolchado plástico y barreras viva en entre algunas áreas. Resalta la acumulación de los residuos sólidos en la unidad, principalmente plásticos agrícolas y frascos vacíos de agroquímicos.



Figura 53: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Freddy Solorzano

En las Figuras 54, 55 y 56 se observa la unidad agrícola perteneciente al señor Juan Manuel Pérez, uno de los arrendatarios del área agrícola, quién posee la unidad con mayor diversidad de cultivos y un manejo agroecológico. Se observan diversas prácticas como asocio y rotación de cultivos, barreras vivas, cortina rompe vientos, acolchado orgánico, espantapájaros para el control de aves y plantas repelentes. Resalta la diversidad de la unidad, con más de 15 especies de plantas y el uso de estructuras de protección para algunos cultivos.



Figura 54: Fotografía aérea de la unidad del clúster 1, perteneciente a Juan Manuel Pérez



Figura 55: Cultivos en asocio, barreras vivas y plantas repelentes



Figura 56: Cultivos en la unidad y realización de labores agrícolas

Para el clúster 2, conformado por las unidades de los empleados y habitantes de la finca, las cuales presentan un manejo muy similar, se tomaron fotografías aéreas del conjunto de áreas que integran las unidades. Se observan unidades con monocultivos de brassicas, maíz y algunos asociados de maíz con frijol y/o cucúrbitas, árboles que sirven como cortinas rompe viento e hilos contra aves en las unidades de la parte superior izquierda de la fotografía (ver Figura 57).



Figura 57: Fotografía aérea de unidades del clúster 2



Figura 58: Fotografía aérea de unidades del clúster 2

Entre las unidades del clúster 2, destaca la unidad productiva del señor Juan Aspucac por ser la única con siembra en curvas a nivel como práctica de conservación de suelos para reducir la erosión hídrica (ver Figura 59).



Figura 59: Cultivos en curvas a nivel

En conclusión, las visitas realizadas y las fotografías aéreas validan la información generada por el programa IBM® SPSS® Statistics 25.0 con las variables utilizadas para discriminar y agrupar los casos en los clústeres, ajustándolos a la realidad.

#### 7.4. Elaboración y estandarización de indicadores por dimensión

Para la elaboración de indicadores por dimensión, se tomó como base la metodología de Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica de Sarandón y Flores (2009) donde resalta la importancia de definir el tipo o clase de indicadores a utilizar, según el objetivo de la investigación.

Lo anterior se refiere al uso de indicadores de estado, presión o de respuesta. Se denominan indicadores de estado a los que aportan información sobre la situación actual del sistema. Los indicadores de presión muestran el efecto que las prácticas de manejo ejercen sobre los indicadores de estado. Por último, los indicadores de respuesta indican qué se está haciendo para modificar el estado actual del sistema.

Sarandón y Flores (2009) proponen un esquema metodológico para la construcción de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas (ver Figura 60).



Figura 60: Esquema para la construcción de indicadores según Sarandón y Flores (2009)

Para la definición y valoración de indicadores, se analizó la información obtenida de las encuestas a los productores y se conformó una mesa de dialogo multidisciplinaria con algunos productores, empleados y habitantes, así como también personal administrativo en conjunto, con el objetivo de priorizar los aspectos que más ayuden a conocer el estado y oportunidades de mejora de la sustentabilidad en la finca Florencia.

#### 7.4.1. Dimensión biofísica-ambiental

Para la dimensión biofísica-ambiental se elaboraron 6 indicadores enfocados en la relación humano-suelo-planta-agua. En los Cuadros 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se detalla la información de las características y estandarización utilizada por indicador.

Cuadro 4: Conservación de suelos

Valor	Característica
1	Cultivo en suelo desnudo sin prácticas de conservación
2	Uso de acolchado o curvas a nivel
3	Dos estructuras y/o técnicas de conservación de suelos (ej: curvas + barreras)
4	Tres a cinco estructuras y/o técnicas de conservación de suelos
5	Más de 5 estructuras y/o técnicas de conservación de suelos

Cuadro 5: Acceso al agua

Valor	Característica
1	Sin disponibilidad de agua para riego
2	Disponibilidad de agua para riego en ciertas ocasiones al mes
3	Disponibilidad por 2 o 3 días a la semana para riego
4	Disponibilidad de 4 a 5 días a la semana para riego
5	Disponibilidad de agua para riego todos los días

Cuadro 6: Contenido de materia orgánica

Valor	Característica
1	Crece poco lo que se cultiva, color amarillo, contenido M.O.< 1%
2	Contenido de M.O. entre 1 y 2%
3	Crece bien lo que se cultiva, color oscuro, contenido M.O. entre 3 y 4%
4	Color oscuro, aspecto del cultivo vigoroso, contenido de M.O. entre 3 y 5%
5	Contenido de M.O. > 5%

Tomado de Silva-Santamaría y Ramírez-Hernández, 2017

Cuadro 7: Diversidad de especies en el agroecosistema

Valor	Característica
1	Una sola especie cultivada por ciclo productivo
2	2 a 3 especies cultivadas por ciclo productivo
3	4 a 6 especies cultivadas por ciclo productivo
4	7 a 10 especies cultivadas por ciclo productivo
5	Más de 10 especies cultivadas por ciclo productivo

Cuadro 8: Manejo de desechos no biodegradables

Valor	Característica
1	Quema y acumulación de los desechos sólidos en toda la parcela
2	Quema de los desechos sólidos
3	Entierro y/o acumulación de los desechos
4	Recolección de los desechos sólidos
5	Recolección de los desechos con reciclaje para venta y/o reutilización

Cuadro 9: Uso de agroquímicos

Valor	Característica
1	Uso de productos sumamente peligrosos a muy peligrosos o cualquier producto sin la utilización de equipo de protección
2	Uso de productos moderadamente peligrosos
3	Uso de productos poco peligrosos
4	Uso de productos que normalmente no ofrecen peligro
5	Sin uso de agroquímicos

### 7.4.2. Dimensión social-cultural

En los Cuadros 10, 11, 12, 13, 14, y 15 se detalla la información de las características y estandarización utilizada por indicador de la dimensión social-cultural.

Cuadro 10: Aplicación de prácticas ancestrales

Valor	Característica
1	No se aplican prácticas ancestrales en la unidad productiva
2	Practica un conocimiento ancestral (ej:asocio)
3	Practica dos conocimientos ancestrales (ej: asocio + selección de semillas)
4	Practica tres a cuatro conocimientos ancestrales (ej: asocio + fases lunares + selección de semillas + labranza mínima)
5	Practica 5 o más conocimientos ancestrales en sus unidades productivas

Cuadro 11: Integración comunitaria

Valor	Característica
1	No existen actividades comunitarias
2	Existe una actividad comunitaria, ej: fiesta patronal
3	Existen dos actividades comunitarias, ej: limpieza de áreas comunes y fiesta patronal
4	Existen al menos tres actividades comunitarias, ej: limpieza de áreas comunes, fiestas y asambleas comunitarias
5	Actividades comunitarias de manera quincenal o semanal en función de las necesidades de la comunidad

Cuadro 12: Inclusión familiar en la unidad productiva

Valor	Característica
1	Solamente el productor trabaja en la unidad productiva
2	Productor + esposa o madre/padre (o un solo miembro familiar)
3	Productor + esposa + hijos (o dos diferentes miembros familiares)
4	Productor + esposa + hijos + hermanos (o 3 diferentes miembros familiares)
5	Todos los miembros de la familia trabajan en la unidad productiva

Cuadro 13: Equidad de género

Valor	Característica
1	Ninguna mujer labora en la unidad productiva
2	<30% de la mano de obra está integrada por mujeres sin toma de decisiones.
3	Del 30 al 50% de la mano de obra está integrada por mujeres.
4	Del 30 al 50% de la mano de obra está conformada por mujeres y existe al menos una mujer en puestos de toma de decisiones
5	Del 30 al 50% de la mano de obra y del 30 al 50% de los puestos de toma de decisiones están conformados por mujeres

Cuadro 14: Producción para autoconsumo

Valor	Característica
1	Ningún alimento consumido en la familia se produce en la unidad productiva
2	De 1 a 2 alimentos agrícolas y/o pecuarios provienen de la unidad productiva
3	De 3 a 5 alimentos agrícolas y/o pecuarios provienen de la unidad productiva
4	Al menos 6 alimentos agrícolas y/o pecuarios provienen de la unidad productiva
5	Todos los alimentos consumidos en la familia son producidos en la unidad productiva

Cuadro 15: Conocimiento y conciencia ecológica

Valor	Característica
1	Sin ningún tipo de conciencia ecológica. Realiza una práctica agresiva al medio por causa de desconocimiento
2	No presenta un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas, pero utiliza prácticas de bajos insumos
3	Tiene solo una visión parcializada. Tiene la sensación que algunas prácticas pueden perjudicar el medio ambiente. Utiliza prácticas de bajos insumos.
4	Tiene conocimiento de la ecología. Sus conocimientos se reducen a la finca con el no uso de agroquímicos + prácticas conservacionistas
5	Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos

### 7.4.3. Dimensión institucional

En los Cuadros 16, 17, 18, 19, 20 y 21 se detalla la información de las características y estandarización utilizada por indicador de la dimensión social-cultural.

Cuadro 16: Servicios públicos

<b>Valor</b>	<b>Característica</b>
1	Solamente con un servicio público (agua o recolección de basura)
2	Acceso a dos servicios públicos (agua/electricidad/recolección de basura)
3	Acceso a electricidad + agua entubada + recolección de basura
4	Acceso a salud + electricidad + agua entubada + recolección de basura
5	Acceso a salud + electricidad + agua entubada + recreación

Cuadro 17: Educación

<b>Valor</b>	<b>Característica</b>
1	No existe ningún nivel educativo en las personas de la unidad productiva
2	Solamente un nivel educativo: primario
3	Dos niveles educativos: primario + básico
4	Tres niveles educativos: primario + educación básica + diversificado
5	Existen todos los niveles escolares: primario + educación básica + diversificada + educación universitaria

Cuadro 18: Involucramiento en toma de decisiones

<b>Valor</b>	<b>Característica</b>
1	No se toma en cuenta a los productores para la toma de decisiones de la finca
2	Se consulta con los productores su opinión sobre las propuestas de la administración
3	Se toma en cuenta la opinión de los productores para la generación de propuestas de la administración
4	Los productores tienen voz y voto para discutir las decisiones de la administración
5	Es necesario un consenso entre los productores y la administración para la toma de decisiones

Cuadro 19: Presencia de instituciones locales

<b>Valor</b>	<b>Característica</b>
1	Ninguna institución involucrada
2	Hasta el 25% de instituciones presentes atienden la unidad productiva
3	Más del 25 hasta el 50% de instituciones presentes atienden la unidad productiva
4	Sobre el 50% al 75% de instituciones presentes atienden la unidad productiva
5	Casi la totalidad de instituciones presentes atienden la unidad productiva

Cuadro 20: Asesoría técnica

Valor	Característica
1	No existe acompañamiento ni asesoría técnica en las unidades productivas
2	Existe asesoría técnica en la parte agrícola productiva de las unidades productivas
3	Existe asesoría técnica en la parte agrícola productiva y agroindustrial en las unidades productivas
4	Existe asesoría técnica en la parte agrícola productiva + agroindustrial + comercialización de los productos
5	Existe asesoría técnica agrícola productiva + agroindustrial + comercialización + otras necesidades de la unidad productiva y los productores (bioseguridad, cursos varios, etc)

Cuadro 21: Conflictos por el agua

Valor	Característica
1	Ha tenido conflictos por no poder usar el agua de la finca
2	Ha tenido conflictos por la calidad y/o cantidad del agua ajena a la finca
3	Ha tenido conflictos por la calidad y cantidad de agua que llega a la finca
4	Ha tenido conflictos por la calidad o cantidad del agua que llega a la finca
5	No ha tenido conflictos

#### 7.4.4. Dimensión económica-productiva

En los Cuadros 22, 23, 24, 25, 26 y 27, se detalla la información de las características y estandarización utilizada por indicador de la dimensión social-cultural.

Cuadro 22: Diversificación de productos y subproductos

Valor	Característica
1	No existe o existe solo un producto para la venta como materia prima producida en la unidad productiva
2	Existen 2 a 5 productos para la venta como materia prima
3	Existen al menos 6 productos para la venta como materia prima
4	Existen al menos 6 productos para la venta como materia prima y 1 a 5 productos derivados de las materias prima

5	Existen al menos 6 productos para la venta como materia prima y al menos 6 productos derivados de materias prima
---	--

Cuadro 23: Transformación de materias primas

Valor	Característica
1	Sin transformación de materias primas
2	Limpieza y/o clasificación de materias primas
3	Desmontada, molienda, corte y mezcla (cereales, especias, entre otros)
4	Cocción, deshidratación, extracción, montaje (aceites, azúcares, bebidas, entre otros)
5	Transformación en productos con diversos fines (cosméticos, colorantes, conservas, entre otros)

Cuadro 24: Tecnologías agrícolas aplicadas

Valor	Característica
1	No se utiliza ninguna tecnología agrícola en la unidad productiva
2	Se utiliza una tecnología en la unidad productiva (ej: mulch)
3	Se aplican dos tecnologías en la unidad productiva (ej: mulch + riego)
4	Se aplican tres a 4 tecnologías en la unidad productiva (ej: mulch+riego+pilones)
5	Se utilizan 5 o más tecnologías agrícolas en la unidad productiva

Cuadro 25: Comercialización y cadena de valor

Valor	Característica
1	No vende o vende sin mercado seguro
2	Mercado local y/o nacional sin compradores fijos
3	Mercado local y/o nacional con compradores fijos sin gestionar la cadena de valor
4	Mercado local y/o nacional con compradores fijos y gestión de algunos componentes de la cadena de valor (logística de entrega y salida, producción, marketing)
5	Mercado local y/o nacional con compradores fijos y gestión de todos los componentes de la cadena de valor

Cuadro 26: Abastecimiento con semillas propias

Valor	Característica
1	No produce sus semillas
2	Produce < 40% de las semillas que necesita
3	Produce entre el 40 y 60% de las semillas que necesita
4	Produce >60 hasta el 80% de las semillas que necesita y cuenta con buenas condiciones para su conservación
5	Produce las semillas que necesita, presta servicio a otros productores y cuenta con buenas condiciones para su conservación

Tomado de Silva-Santamaría y Ramírez-Hernández, 2017

Cuadro 27: Uso de insumos externos

Valor	Característica
1	Más del 75% de los insumos totales usados son externos
2	Entre el 50-75% de los insumos son externos (fertilizantes, plaguicidas, combustibles y semillas)
3	Entre el 25-50% de los insumos son externos (fertilizantes, plaguicidas y combustibles)
4	Menos del 25% de los insumos son externos (fertilizantes o plaguicidas y combustibles)
5	Mínima dependencia de recursos externos (<20%), solamente combustible y en pequeña proporción

Tomado de Silva-Santamaría y Ramírez-Hernández, 2017

### 7.5. Caracterización de los subsistemas de producción agrícola

Con el objetivo de garantizar elección de unidades representativas, se realizó un dendrograma (ver Figura 61) para visualizar la dinámica de homogeneidad y disimilitud entre las unidades. Se seleccionaron las 5 unidades productivas para cada clúster.

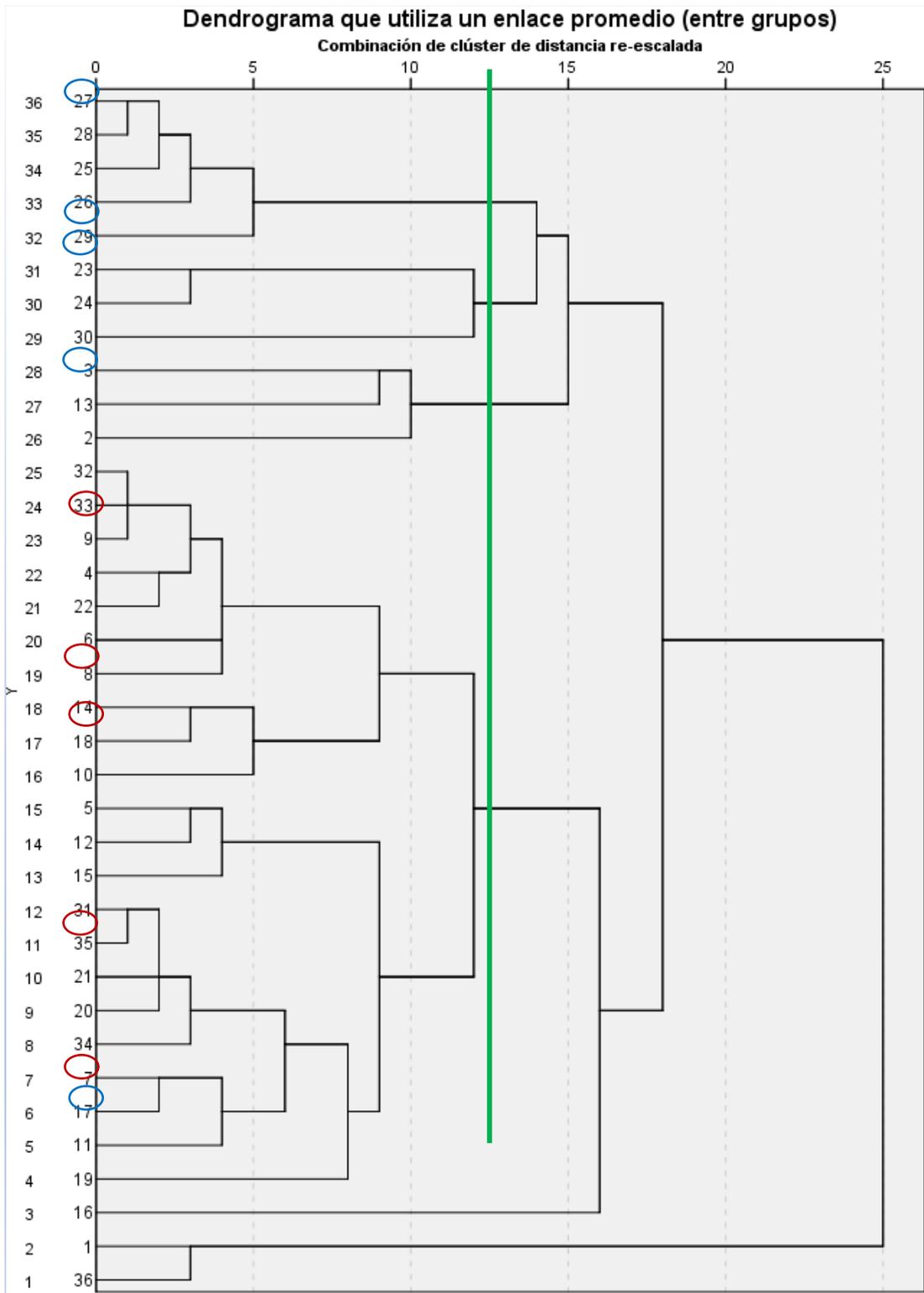


Figura 61: Dendrograma de las unidades agrícolas

Las unidades agrícolas para la realización de la caracterización se presentan en el Cuadro 28.

Cuadro 28: Unidades agrícolas para la caracterización de los subsistemas

<b>Caso</b>	<b>Nombre del productor</b>	<b>Clave</b>	<b>Rol</b>	<b>Clúster</b>
1	Juan Manuel Pérez	1	Arrendatario	1
2	Daniel Cetino	13	Empleado/Habitante	1
3	David Pineda	23	Arrendatario	1
4	Manuel García	27	Arrendatario	1
5	Ernesto García	29	Arrendatario	1
6	Edgar García	4	Empleado	2
7	Manuel García	5	Empleado/Habitante	2
8	Juan Aspuac	16	Empleado	2
9	Evelia Pineda	18	Empleado/Habitante	2
10	Miguel García	34	Empleado/Habitante	2

En el caso del huerto Chikach, a pesar de pertenecer al clúster 1, se analizará de forma individual, fuera del clúster, para después usar como comparador por su papel como el faro agroecológico.

## **7.6. Elaboración de índices de sustentabilidad**

### **7.6.1. Índices de sustentabilidad por dimensión**

En los Cuadros 29, 30, 31 y 32 se presentan los resultados de la caracterización de las unidades agrícolas basada en los indicadores elaborados para cada una de las dimensiones, así como el índice de sustentabilidad por dimensión, el promedio por clúster y la desviación estándar de cada caso.

Cuadro 29: Índices de sustentabilidad de la dimensión biofísica ambiental

<b>DIMENSIÓN BIOFÍSICO-AMBIENTAL</b>											
<b>Indicador</b>	<b>Clúster 1</b>					<b>Clúster 2</b>					<b>Promedio</b>
	<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>Caso 4</b>	<b>Caso 5</b>	<b>Caso 6</b>	<b>Caso 7</b>	<b>Caso 8</b>	<b>Caso 9</b>	<b>Caso 10</b>	
Conservación de suelos	4	1	2	1	1	2	2	3	3	1	2
Contenido de M.O.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Acceso al agua	3	2	5	5	5	1	1	1	2	1	2.6
Diversidad de especies en el agroecosistema	5	2	2	2	2	2	2	2	4	2	2.5
Manejo de desechos sólidos	4	1	1	1	1	4	4	4	3	4	2.7
Uso de agroquímicos	5	1	1	1	1	5	1	5	1	2	2.3
<b>Promedio por caso</b>	3.83	1.50	1.83	1.67	1.33	2.67	2.00	2.83	2.50	2.00	2.22
<b>Desviación estándar por caso</b>	1.17	0.55	0.75	0.82	1.17	0.75	1.10	1.47	0.82	1.10	
<b>Promedio por clúster bietápico</b>	2.03					2.40					

Cuadro 30: Índices de sustentabilidad de la dimensión económica-productiva

<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA-PRODUCTIVA</b>											
<b>Indicador</b>	<b>Clúster 1</b>					<b>Clúster 2</b>					<b>Promedio</b>
	<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>	<b>Caso 4</b>	<b>Caso 5</b>	<b>Caso 6</b>	<b>Caso 7</b>	<b>Caso 8</b>	<b>Caso 9</b>	<b>Caso 10</b>	
Diversificación de productos y/o subproductos	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	2.0
Transformación de materias primas producidas	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1.6
Tecnologías agrícolas aplicadas	5	4	4	4	2	1	1	2	2	2	2.7
Comercialización y cadena de valor	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1.9
Abastecimiento con semillas propias	5	2	1	1	1	4	4	4	5	4	3.1
Uso de insumos externos	5	1	1	1	1	3	2	4	5	3	2.6
<b>Promedio por caso</b>	4.33	2.50	2.17	2.17	1.50	2.00	1.83	2.17	2.50	2.00	2.32
<b>Desviación estándar por caso</b>	0.82	1.05	1.17	1.17	0.55	1.26	1.17	1.47	1.97	1.26	1.19
<b>Promedio por clúster bietápico</b>	2.53					2.10					

Cuadro 31: Índices de sustentabilidad de la dimensión social-cultural

DIMENSIÓN SOCIAL-CULTURAL											
Indicador	Clúster 1					Clúster 2					Promedio
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	
Aplicación de prácticas ancestrales	5	2	1	1	1	3	2	4	4	3	2.6
Integración comunitaria	1	3	1	1	1	2	4	1	2	3	1.9
Inclusión familiar en unidad productiva	4	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1.5
Equidad de género	1	1	4	2	1	2	1	1	5	1	1.9
Conocimiento y consciencia agroecológica	5	1	1	1	1	2	3	4	2	1	2.1
Producción para autoconsumo	4	2	1	1	1	2	3	2	2	2	2.0
<b>Promedio por caso</b>	3.33	1.67	1.50	1.17	1.0	2.17	2.33	2.17	2.83	1.83	2.0
<b>Desviación estándar por caso</b>	1.86	0.82	1.22	0.41	0	0.41	1.21	1.47	1.33	0.98	
<b>Promedio por clúster bietápico</b>	1.73					2.27					

Cuadro 32: Índices de sustentabilidad para la dimensión institucional

DIMENSIÓN INSTITUCIONAL											
Indicador	Clúster 1					Clúster 2					Promedio
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	Caso 10	
Acceso a servicios públicos	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3.6
Asesoría técnica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acceso a educación integral	4	2	3	2	2	4	4	2	1	2	2.6
Presencia de instituciones locales	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1.3
Involucramiento en toma de decisiones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Conflictos por el uso de agua	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4.5
<b>Promedio por caso</b>	2.67	2.33	2.50	2.17	2.17	2.50	2.50	2.33	2.00	2.17	2.33
<b>Desviación estándar por caso</b>	1.63	1.37	1.52	1.60	1.60	1.64	1.64	1.75	1.55	1.47	
<b>Promedio por clúster bietápico</b>	2.37					2.30					

Para el clúster 1, la dimensión económica-productiva presenta la mayor ponderación con 2.53 mientras que la menor ponderación corresponde a la dimensión social-cultural. En el caso del clúster 2, la mayor ponderación se encuentra en la dimensión biofísica ambiental, con un valor de 2.4, mientras la menor ponderación pertenece a la dimensión económica productiva. Los índices de sustentabilidad del Huerto Chikach presentan valores de 4 en adelante, reflejando un estado de sustentabilidad muy superior en comparación con las unidades de la finca (ver Figura 62).

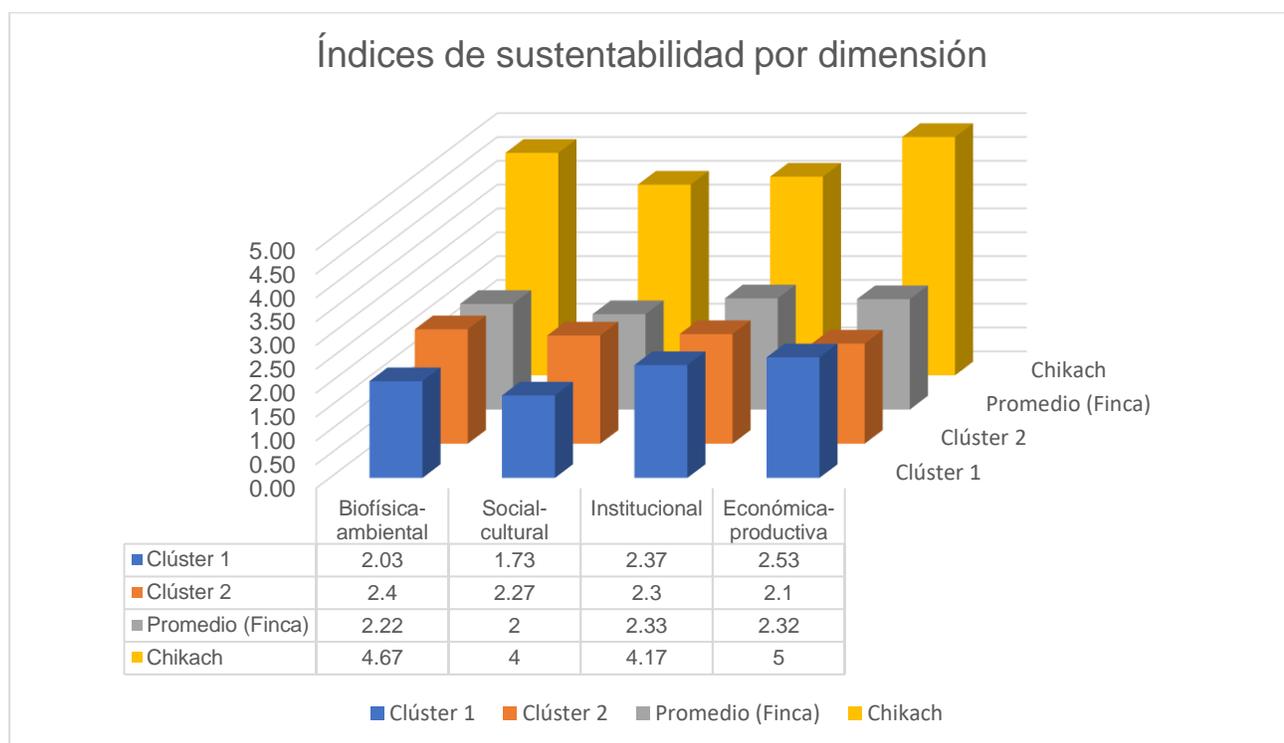


Figura 62: Índices de sustentabilidad por dimensión

Al promediar los índices de sustentabilidad de los clústeres, se obtiene los índices de sustentabilidad por dimensión de toda el área agrícola de la finca Florencia, de los cuales, los valores más bajos corresponden a las dimensiones social-cultural y biofísica-ambiental, con 2 y 2.2, respectivamente. En contraste con los índices del huerto Chikach, es evidente el vulnerable estado de las diferentes dimensiones de sustentabilidad de las unidades agrícolas de la finca.

### 7.6.2. Elaboración de índice integrado de desarrollo sustentable

Para la elaboración del índice integrado de desarrollo sustentable, se asignó una ponderación para cada una de las dimensiones, de acuerdo a la importancia según el criterio del investigador y la participación de la administración, empleados y habitantes de la finca (ver Cuadro 33).

Cuadro 33: Ponderación de importancia de las dimensiones de la sustentabilidad

Dimensión	Ponderación, $\beta_D$ (%)	$(\beta_D/100)$
Biofísico-ambiental	40	0.4
Social-cultural	25	0.25
Económica-productiva	15	0.15
Institucional	15	0.15

La ponderación propuesta designa a la dimensión biofísica-ambiental como la más importante, con un valor de 40%, debido a su papel fundamental en el agroecosistema. De acuerdo con Leff *et al.*, citado por Silvestre (2019:77) “la biodiversidad que se encuentra en las unidades productivas es la expresión del potencial productivo de un ecosistema, ante el cual se plantean las estrategias posibles de su manejo sustentable, así como las formas de apropiación cultural y económica de sus recursos”.

La dimensión social-cultural es la segunda dimensión más importante, con una ponderación de 25%, y su importancia radica en lo expuesto por Leff *et al.*, citado por Silvestre (2019:77) “el legado cultural y social de los pueblos aparece como una parte integral de los recursos naturales, definido a través de las relaciones simbólicas y productivas que han guiado la co-evolución de naturaleza y cultura a través del tiempo. La organización cultural de las sociedades establece un sistema de relaciones sociales y ecológicas de producción que de soporte a prácticas alternativas de manejo integrado y sustentable de los recursos naturales”.

Partiendo de un equilibrio entre el ecosistema y la relación socio-cultural de los pueblos con los recursos naturales, la dimensión económica-productiva puede ser optimizada sin afectar la sustentabilidad ambiental y/o social. Por lo anterior, se asignó una ponderación de 15% a la dimensión económica-productiva.

Por último, se asigna una ponderación de 15% a la dimensión institucional ya que, al existir un equilibrio entre las tres dimensiones anteriores, decrece la dependencia de las comunidades ante las instituciones, pero aumenta el potencial de mejorar las mismas en la búsqueda de un desarrollo mutuo entre las instituciones y las comunidades, enfocados en el desarrollo integral más allá de la dependencia basada en la necesidad.

En el Cuadro 34, se muestra el índice integrado de desarrollo sustentable de la finca Florencia y del huerto Chikach.

Cuadro 34: Índice integrado de desarrollo sustentable

	Índice biofísico- ambiental	Índice Socio- cultural	Índice institucional	Índice Económico- productivo	$(\beta_{B.A})$ /100)	$(\beta_{S.C})$ /100)	$(\beta_I)$ /100)	$(\beta_{E.P})$ /100)	S <sup>4</sup>
Clúster 1	2.30	1.73	2.37	2.53	0.81	0.43	0.36	0.51	2.21
Clúster 2	2.40	2.27	2.30	2.10	0.96	0.57	0.35	0.42	2.29
Finca Florencia	2.22	2.00	2.33	2.32	0.89	0.50	0.35	0.46	2.25
Chikach	5	4.33	4.5	5.00	1.87	1.00	0.63	1.00	4.76

La finca Florencia presenta un índice integrado de desarrollo sustentable de 2.2, por lo que su estado se considera como “inestable”, lo cual la posiciona en una situación actual desventajosa bajo el criterio del desarrollo sustentable. De forma diametralmente opuesta se encuentra el Huerto Chikach, con un índice de 4.63, considerado como “óptimo”, lo que evidencia su alto grado de sustentabilidad, fundamentada en la integralidad de sus acciones en búsqueda del desarrollo.

### 7.6.3. Importancia de la tenencia de la tierra en la sustentabilidad

Al agrupar las unidades productivas en dos clústeres, se ha permitido identificar dos grupos distintos en función de la tenencia de la tierra: arrendatarios y usufructuarios. Tomando en consideración que uno de los principales predictores del análisis estadístico fue precisamente la tenencia de la tierra, es interesante notar que, a pesar de que la diferencia en el índice de sustentabilidad fue relativamente bajo (2.21 en C1 con arrendatarios y 2.29 para C 2, con usufructuarios), el hecho de que el valor del índice sea mayor en el grupo de usufructuarios sugiere que la tenencia de la tierra puede ser un factor importante en la sustentabilidad de las unidades agrícolas.

Este hallazgo es relevante y nos lleva a reflexionar sobre el dilema de “la tragedia de los comunes” planteado por Hardin (1968), que sostiene que, en situaciones de propiedad comunal de los recursos naturales, los usuarios tienden a sobreexplotarlos y agotarlos, debido a que cada uno busca maximizar su propio beneficio sin considerar el interés colectivo. Sin embargo, en su obra "Gobernando los bienes comunes", Ostrom (1990), sostiene que, contrariamente a lo que se cree, existen casos en los que los usuarios de recursos comunes han logrado una gestión sostenible y eficiente de los mismos.

En este sentido, la diferencia en la sustentabilidad entre arrendatarios y usufructuarios podría ser explicada por la forma en que cada uno de estos grupos gestiona y cuida la tierra que posee. Es posible que los usufructuarios sientan una mayor responsabilidad y compromiso hacia la tierra que trabajan, debido a que su acceso a ella depende de la buena gestión y conservación de la misma, mientras que los arrendatarios podrían no tener tanto interés en cuidar la tierra, ya que su acceso a ella es temporal y no depende directamente de su gestión sostenible sino únicamente del desembolso económico que realicen.

Lo anterior puede observarse de forma clara con el caso del Huerto Chikach, un lugar en el cual los integrantes, productores, empleados y voluntarios colaboran siguiendo una lógica de espacio comunal, donde el uso sostenible de sus recursos se traduce en el bienestar común. Estos resultados sugieren que la tenencia de la tierra puede ser un factor importante en la búsqueda de sistemas agrícolas sustentables. Además, son consistentes con la obra de Ostrom, quien

sostiene que la gestión sostenible de los recursos comunes depende en gran medida de la cooperación y el compromiso de los usuarios.

## 7.7. Determinación y análisis de puntos críticos de la sustentabilidad

Para la determinación de los puntos críticos se calculó el promedio por indicador para cada uno de los clústeres, contrastándolos entre ellos y con el huerto Chikach para identificar donde debe centrarse la atención y los esfuerzos para la creación de propuestas y estrategias que permitan mejorar la sustentabilidad de las unidades agrícolas (ver Cuadro 35).

Cuadro 35: Promedio de indicadores por dimensión para identificación de puntos críticos

Dimensión	Código	Indicador	C 1	C 2	Finca	Chikach
Biofísico-ambiental	BA1	Conservación de suelos	1.8	2.2	2.0	5
	BA2	Contenido de M.O.	2	2	2.0	5
	BA3	Acceso al agua	4	1.2	2.6	5
	BA4	Diversidad de especies en el agroecosistema	2.6	2.4	2.5	5
	BA5	Manejo de desechos sólidos	1.6	3.8	2.7	5
	BA6	Uso de agroquímicos	1.8	2.8	2.3	5
Socio-cultural	SC1	Aplicación de prácticas ancestrales	2	3.2	2.6	5
	SC2	Integración comunitaria	1.4	2.4	1.9	5
	SC3	Inclusión familiar en unidad productiva	1.6	1.4	1.5	3
	SC4	Equidad de género	1.8	2	1.9	5
	SC5	Conocimiento y consciencia agroecológica	1.8	2.4	2.2	5
	SC6	Producción para autoconsumo	1.8	2.2	2	3
Institucional	I1	Acceso a servicios públicos	3.2	4	3.6	4
	I2	Asesoría técnica	1	1	1	5
	I3	Acceso a educación integral	2.6	2.6	2.6	4
	I4	Presencia de instituciones locales	1.6	1	1.3	5
	I5	Involucramiento en toma de decisiones	1	1	1	4
	I6	Conflictos por el uso de agua	4.8	4.2	4.5	5
Económica-productiva	EP1	Diversificación de productos y/o subproductos	2.6	1.5	2.1	5
	EP2	Transformación de materias primas producidas	2.2	1.1	1.7	5
	EP3	Tecnologías agrícolas aplicadas	3.8	1.8	2.8	5
	EP4	Comercialización y cadena de valor	2.8	1.2	2.0	5
	EP5	Abastecimiento con semillas propias	2	4	3	5
	EP6	Uso de insumos externos	1.8	3.3	2.5	5
Pésimo 0 - 1		Inestable 2.01 – 3		Óptimo 4.01 – 5		
Difícil 1.01 - 2		Estable 3.01-4				

Con el objetivo de caracterizar gráficamente la sustentabilidad de las unidades, se realizaron los biogramas de los clústeres, la finca Florencia en general y del Huerto Chikach, así como también el contraste entre los dos clústeres (ver Figura 63 a 67).

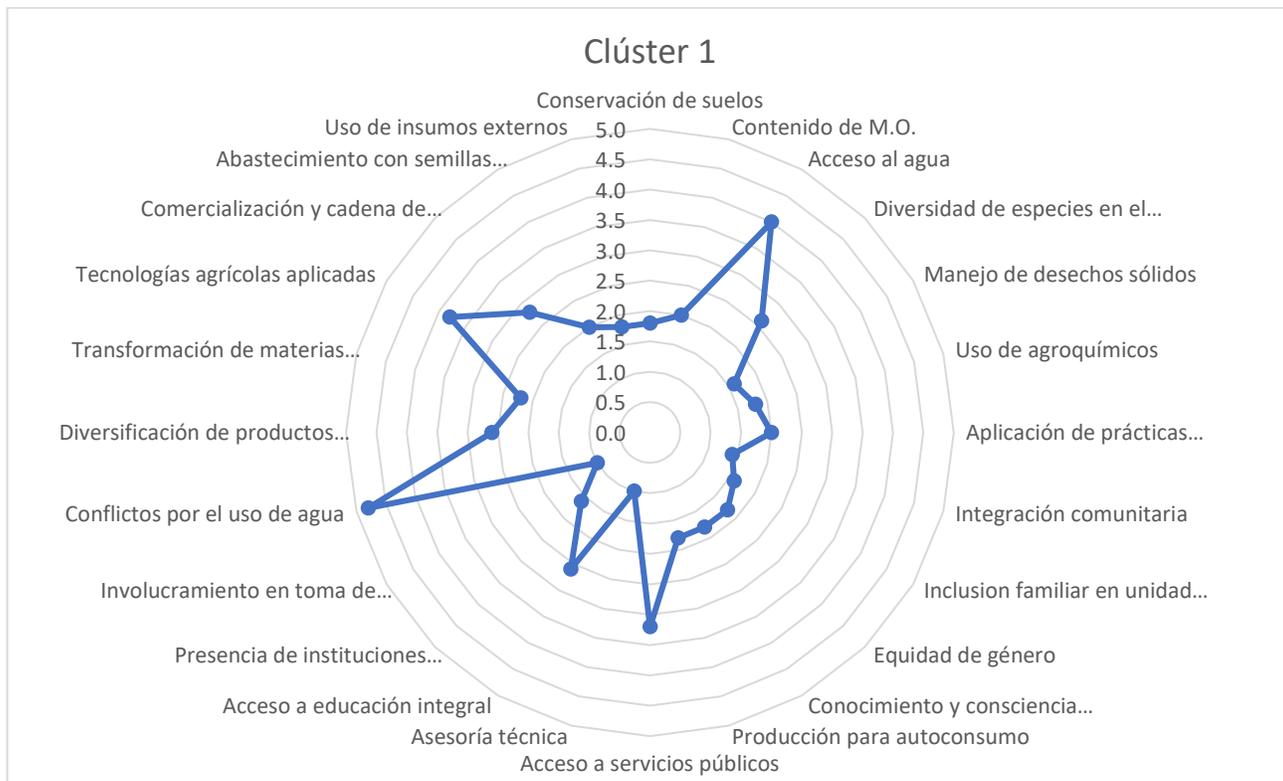


Figura 63: Biograma de sustentabilidad del Clúster 1

Para el clúster 1, que agrupa principalmente a arrendatarios, se presentan 2 indicadores en estado pésimo, 12 en estado difícil, 7 en estado inestable, 2 en estado estable y solamente 1 en estado óptimo. Esto refleja, de forma general, el mal estado de sustentabilidad que presentan las unidades agrícolas, especialmente en indicadores como asesoría técnica, involucramiento en toma de decisiones, conocimiento y conciencia agroecológica, integración comunitaria, manejo de desechos sólidos, conservación de suelos, uso de insumos externos, inclusión familiar en la unidad productiva, aplicación de prácticas ancestrales, equidad de género, uso de agroquímicos, entre otros. Los

indicadores en buen estado son acceso al agua, acceso a servicios públicos, conflictividad por el agua y las tecnologías aplicadas en las unidades.

En el clúster 2, agrupando a empleados y habitantes de la finca, se presentan 3 indicadores en estado pésimo, 9 en estado difícil, 6 inestables, 5 estables y 1 en estado óptimo. De los indicadores en estado negativo, resalta la falta de asesoría técnica, el involucramiento en toma de decisión, transformación de materias primas, comercialización y cadena de valor, el acceso al agua, inclusión familiar, diversificación de productos y equidad de género.

Los indicadores que se encuentran en mejor estado son la aplicación de prácticas ancestrales, acceso a servicios públicos, uso de insumos externos, conflictividad por el agua, el manejo de desechos sólidos y el abastecimiento con semillas propias (ver Figura 64).

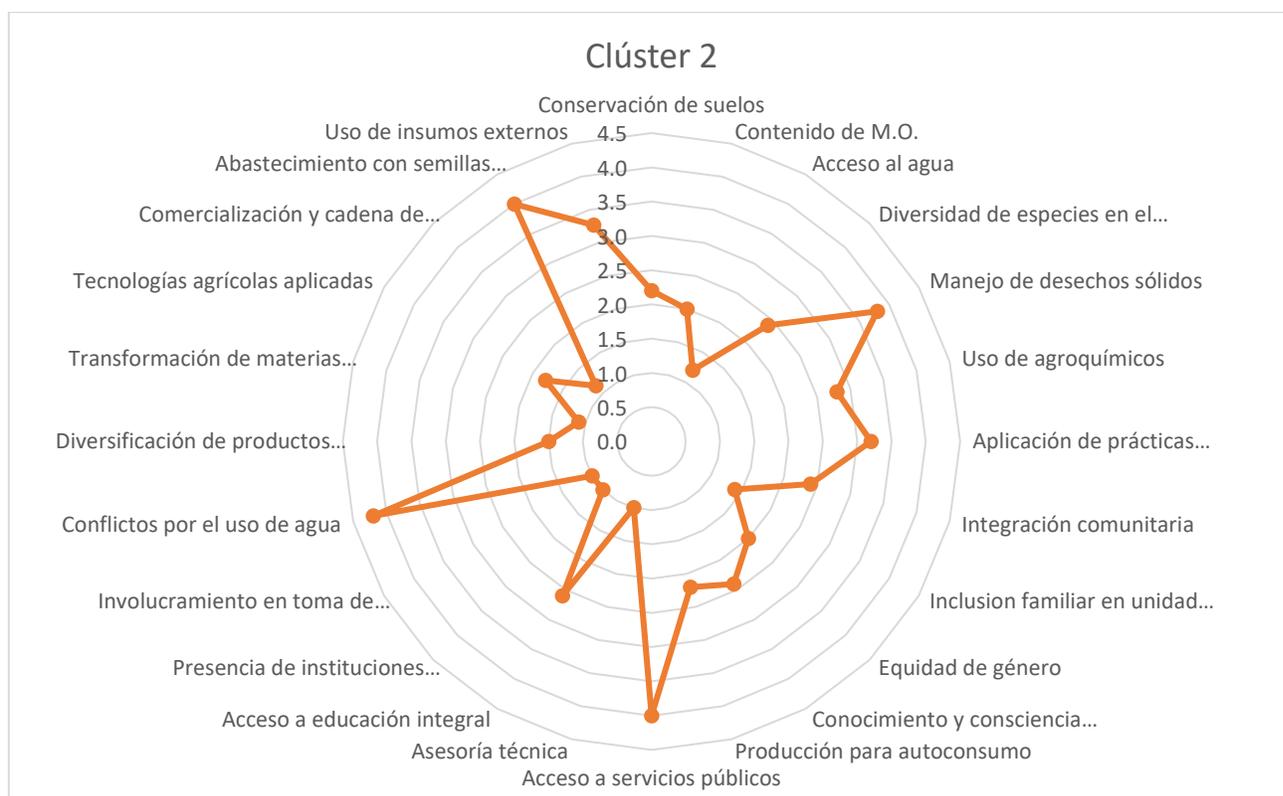


Figura 64: Biograma de sustentabilidad del Clúster 2

Antes de promediarlos para obtener el estado de la finca Florencia, se contrastaron los clústeres para apreciar las similitudes y diferencias respecto al estado de los diferentes indicadores de sustentabilidad (Figura 65).

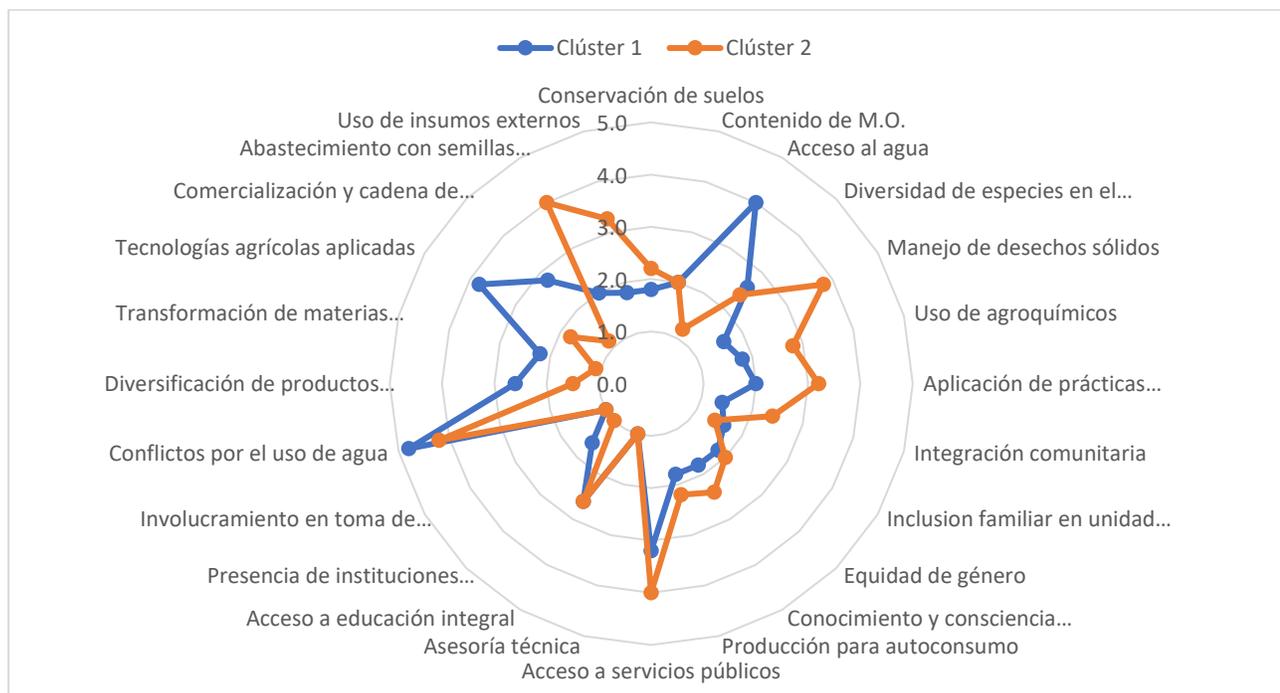


Figura 65: Biograma contraste de los clústeres 1 y 2

Existen múltiples similitudes en el estado de la mayoría de los indicadores, principalmente en la dimensión institucional. Sin embargo, también se identifican diferencias en el estado de algunos indicadores que presentan un valor positivo en uno de los clústeres y un valor positivo en el otro.

De aquellos indicadores donde existe diferencia considerable entre los clústeres, se presenta principalmente en el caso de un clúster con un indicador en estado “difícil” y el otro clúster en estado “inestable”, aun con la necesidad de mejorar su estado.

Sin embargo, algunos indicadores presentan diferencias más marcadas entre un clúster y el otro, como el manejo de desechos sólidos, la aplicación de prácticas ancestrales, el abastecimiento con semillas propias y el uso de insumos externos, los cuales presentan un estado “estable” para el Clúster 2 y un estado “difícil” para el Clúster 1, mientras que el acceso al agua y las tecnologías agrícolas aplicadas presentan un estado “estable” y “óptimo”, respectivamente, para el Clúster 1 y un estado “difícil” para el Clúster 2.

Estas diferencias presentes en los indicadores reflejan la brecha existente entre los recursos económicos con los que cuentan los jefes de la unidad productiva de un clúster y otro, así como también la percepción que cada uno tiene sobre la forma de producir y manejar las unidades a su cargo.

Al unir ambos clústeres, se obtuvo el biograma de sustentabilidad de la finca Florencia (ver Figura 66), en el cual se aprecia 2 indicadores en estado pésimo, 8 en estado difícil, 12 inestables, 1 estable y 1 óptimo.

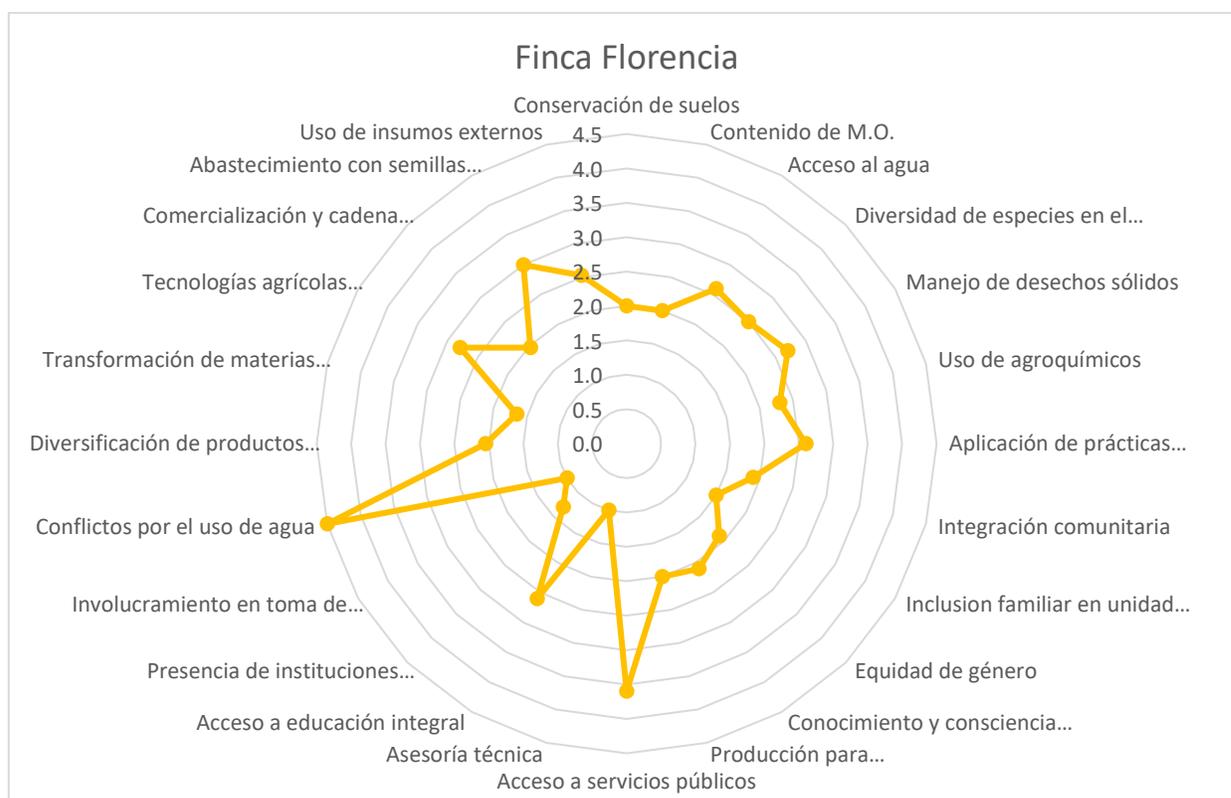


Figura 66: Biograma de sustentabilidad de la finca Florencia

Los indicadores de sustentabilidad de la finca Florencia que se encuentran en peor estado son el involucramiento en toma de decisiones, asesoría técnica, presencia de instituciones, transformación de materias primas, inclusión familiar, equidad de género, uso de agroquímicos, integración comunitaria, producción para autoconsumo y conservación de suelos.

Con la finalidad de usarlo como un faro agroecológico, se realizó un biograma del caso Huerto Chikach, para examinar el estado de sustentabilidad en el que se encuentra (ver Figura 67).

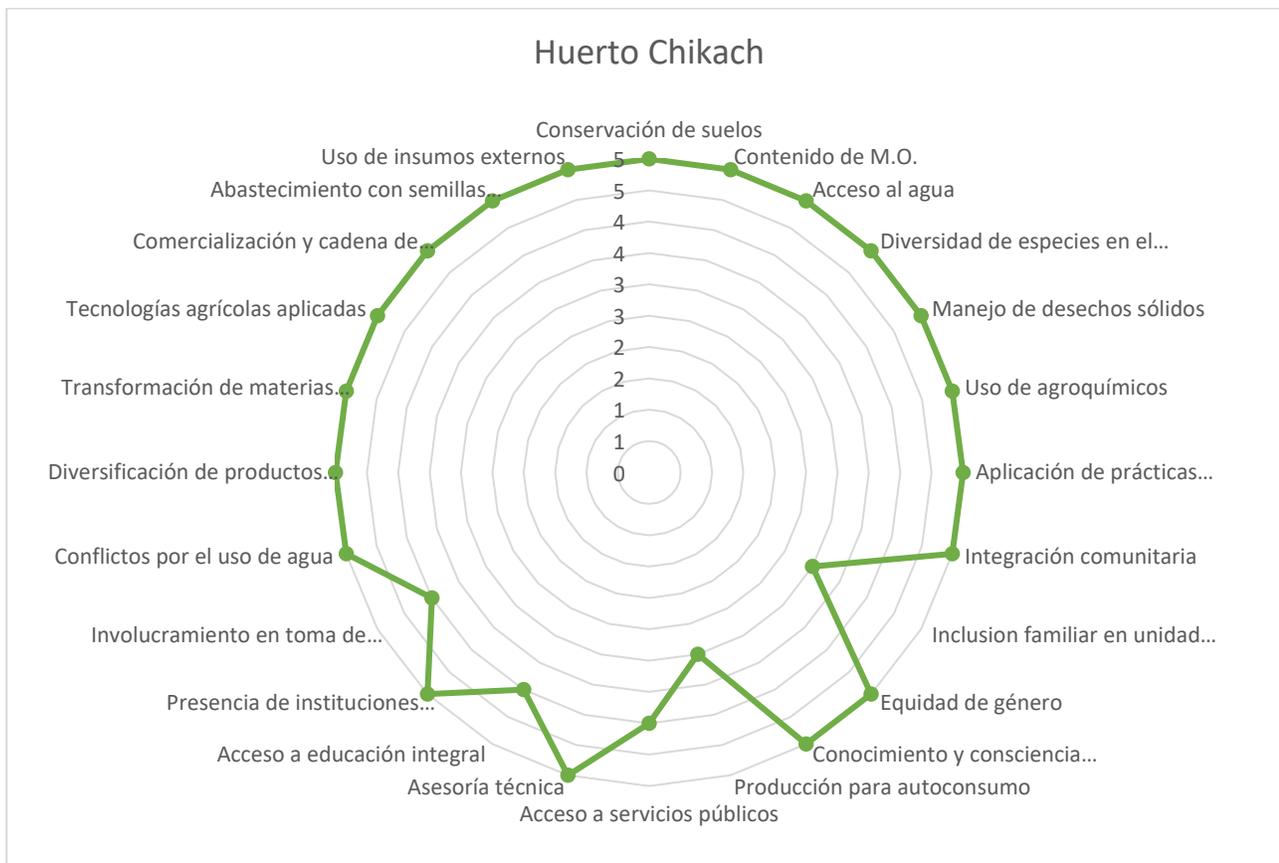


Figura 67: Biograma de sustentabilidad del Huerto Chikach

Para el huerto Chikach, se presentan 2 indicadores en estado inestable, 3 estables y 19 óptimos, reflejando el buen estado de sustentabilidad presente en el Huerto Chikach. Las dimensiones biofísica-ambiental y económica-productiva, para el huerto Chikach, presentan una ponderación óptima en todos sus indicadores, lo que refleja un equilibrio entre el cuidado y manejo del ecosistema y los beneficios económicos de la utilización de los recursos naturales para la producción agrícola.

Únicamente presentan un estado “inestable”, los indicadores de inclusión familiar en la unidad y la producción para autoconsumo. Sin embargo, para estos dos últimos indicadores, es necesario considerar que el Huerto Chikach, al ser más que una unidad productiva independiente, es un esfuerzo cooperativista multisectorial que también funciona como centro de acopio y para la comercialización de productos de otras unidades productiva, por lo cual, es muy difícil que exista una integración familiar completa en la unidad o una producción para autoconsumo.

En el Cuadro 36, se muestran los puntos críticos de la sustentabilidad identificados en cada clúster, en la finca Florencia en general y el huerto Chikach. Estos fueron seleccionados basándose en la ponderación de los indicadores, pero también con base en el criterio del investigador y el dialogo entre la administración y algunos jefes de unidades productivas, enfocados sobre todo en las intenciones de la finca Florencia de ser un espacio ecológico.

De esta forma, se priorizaron los puntos más críticos, tomando en cuenta la posibilidad de mejorarlos en un corto a mediano plazo. Luego de mejorar dichos puntos críticos de sustentabilidad, en el futuro, podrá accionarse en búsqueda de mejorar el estado de otros indicadores que requieran esfuerzo logístico más amplio y una temporalidad mayor.

Cuadro 36: Puntos críticos de sustentabilidad seleccionados

<b>Clúster 1</b>	<b>Clúster 2</b>	<b>Finca Florencia</b>
Conservación de suelos	Conservación de suelos	Conservación de suelos
Contenido de M.O.	Contenido de M.O.	Contenido de M.O.
Manejo de desechos sólidos	Acceso al agua	Integración comunitaria
Uso de agroquímicos	Inclusión familiar	Inclusión familiar
Aplicación de prácticas ancestrales	Equidad de género	Equidad de género
Integración comunitaria	Asesoría técnica	Producción para autoconsumo
Inclusión familiar	Presencia de instituciones	Asesoría técnica
Equidad de género	Involucramiento en toma de decisiones	Presencia de instituciones
Conocimiento y conciencia agroecológica	Diversificación de productos	Involucramiento en toma de decisiones
Producción para autoconsumo	Transformación de materias primas	Transformación de materias primas
Asesoría técnica	Tecnologías agrícolas aplicadas	Comercialización y cadena de valor
Presencia de instituciones	Comercialización y cadena de valor	Manejo de desechos sólidos
Involucramiento en toma de decisiones		Uso de agroquímicos
Abastecimiento con semillas propias		Diversificación de productos
Uso de insumos externos		Acceso al agua
		Conocimiento y conciencia agroecológica

## 7.8. Identificación de elementos del huerto Chikach con potencial de réplica en las unidades agrícolas de la finca Florencia

Altieri (1999), plantea el desarrollo como un proceso coevolucionista entre el sistema social (hecho de sistemas de conocimiento, valores tecnológicos y organizacionales) y el sistema ambiental, que se relacionan entre ellos ejerciendo una presión selectiva en la evolución de los otros (ver Figura 68).

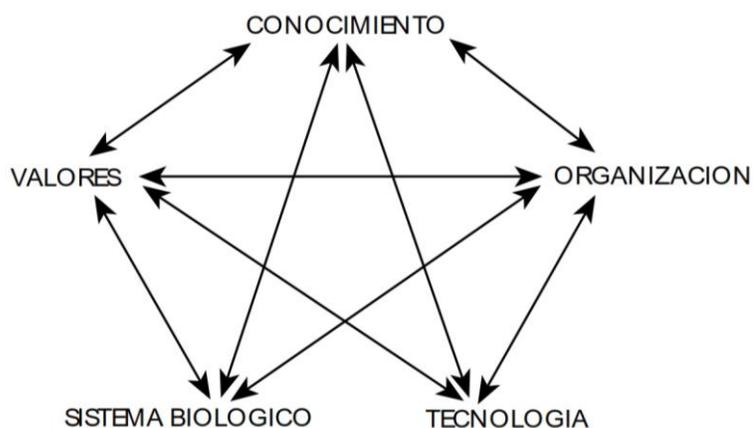


Figura 68: La coevolución del conocimiento, los valores, la organización social, la tecnología y los sistemas biológicos (tomado de Altieri, 1999)

De acuerdo con (Nicholls y Altieri, 2012: 35), «la agroecología proporciona la base científica, técnica y metodológica para desarrollar un paradigma alternativo de desarrollo agrícola que propicie formas de agricultura ecológica, sustentable, resiliente y socialmente justa». Esto posiciona a la agroecología como la principal alternativa en la búsqueda de la satisfacción de los múltiples objetivos de la agricultura sustentable (ver Figura 69 y 70).



Figura 69: El rol de la agroecología en la satisfacción de los objetivos múltiples de la agricultura sustentable (tomado de Altieri y Nicholls, 2000)

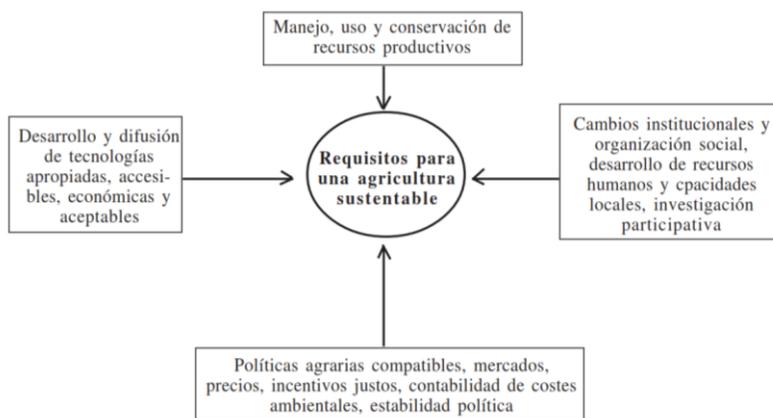


Figura 70: Requisitos de una agricultura sustentable (tomado de Altieri y Nicholls, 2000)

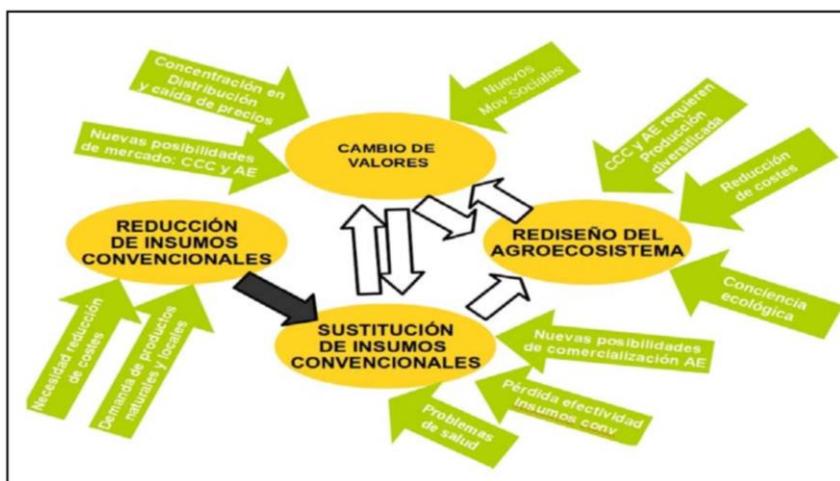
Este cambio de paradigma puede lograrse a través de la transición agroecológica, la cual supone el paso de sistemas económicos, sociales y políticos preservadores de privilegios, potenciadores de desigualdad y depredadores de la naturaleza a sistemas ecológicamente sanos y sostenibles; económicamente viables, socialmente justos y culturalmente apropiados (López García, 2014).

Gliessman *et al.* (2013), plantea el proceso de transformación a sistemas sustentables a través de cuatro niveles de intervención que son: 1) incrementar la eficiencia de las prácticas convencionales, 2) sustituir prácticas e insumos convencionales, 3) rediseño del agroecosistema y 4) cambios de valores (ver Cuadro 37).

Cuadro 37: Niveles de intervención para la transición agroecológica

Transición agroecológica	
1	Incrementar la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos externos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos
2	Sustituir prácticas e insumos convencionales con prácticas alternativas o ecológicas
3	Rediseño del agroecosistema de manera que funcione sobre la base de un nuevo conjunto de procesos y relaciones ecológicas sustentables
4	Cambio de valores. Cultura de sustentabilidad, reorganización social en el agroecosistema, restablecer una relación directa entre producción y consumo

López García (2014), propone una secuencia no lineal para la transición agroecológica, frente a los esquemas lineales propuestos por Gliessman (2012), dando a entender la transición como un círculo virtuoso al que se puede acceder por un punto u otro, en función de las motivaciones para la transformación en el manejo surgida del contexto sociocultural de la finca (ver Figura 71).



Fuente: Tomado de López García (2014)

Figura 71: Círculo de la transición agroecológica a nivel de finca, y motivaciones para entrar en ella

Al comparar el estado de la sustentabilidad que presentan las unidades productivas de la finca Florencia con el Huerto Chikach, es innegable el impacto positivo que produce la implementación de un sistema agroecológico para la producción (ver Figura 72).

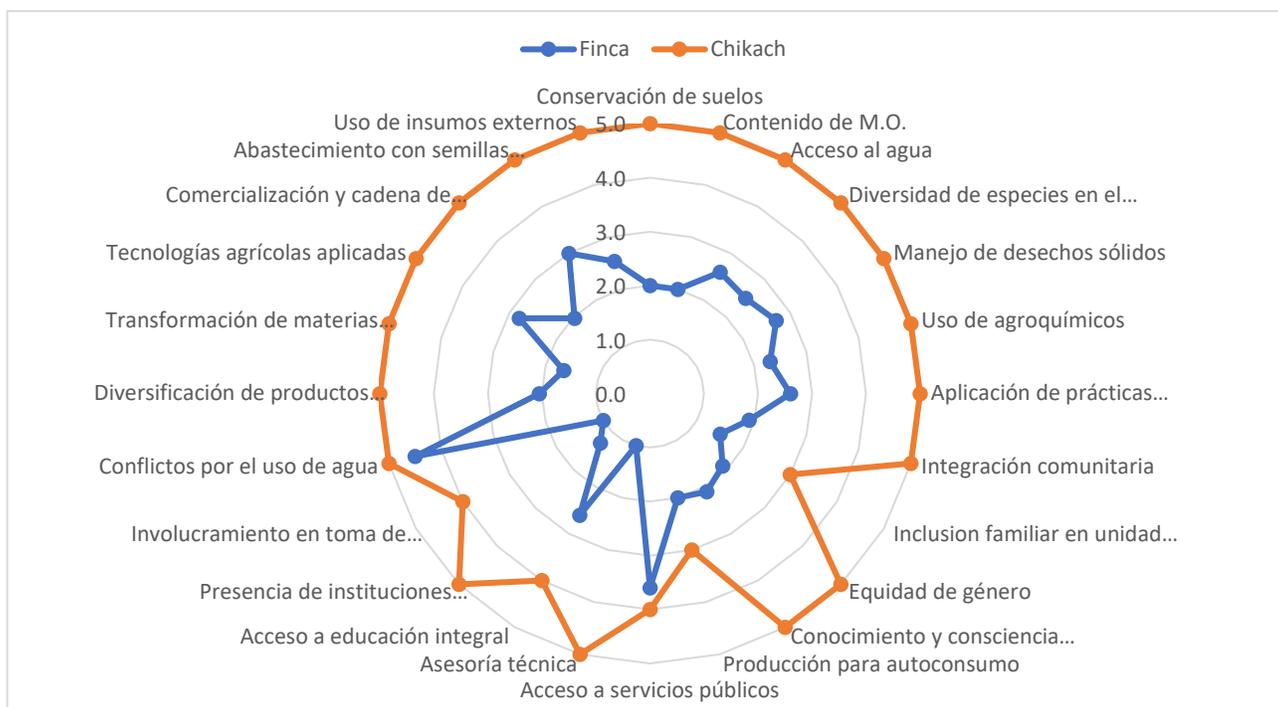


Figura 72: Biograma contraste entre la Finca Florencia y el huerto Chikach

Se observa la enorme diferencia entre el estado de sustentabilidad existente en el huerto Chikach y en la finca Florencia en cada uno de sus indicadores, especialmente en aquellos pertenecientes a las dimensiones biofísica-ambiental y económica-productiva. Además, resalta la diferencia entre algunos indicadores como la conservación de suelo, el contenido de M.O., la transformación de productos, la diversificación del agroecosistema, la comercialización y manejo de la cadena de valor, la asesoría técnica y el involucramiento en la toma de decisiones.

Los efectos positivos de los sistemas agroecológicos en la sustentabilidad de las unidades productivas resaltan aún más al comparar el huerto Chikach con la unidad productiva del señor Juan Manuel Pérez, la única persona que maneja su unidad bajo principios agroecológicos, demostrando cómo es posible implementar este manejo en más unidades de la finca y obtener resultados positivos (ver Figura 73).

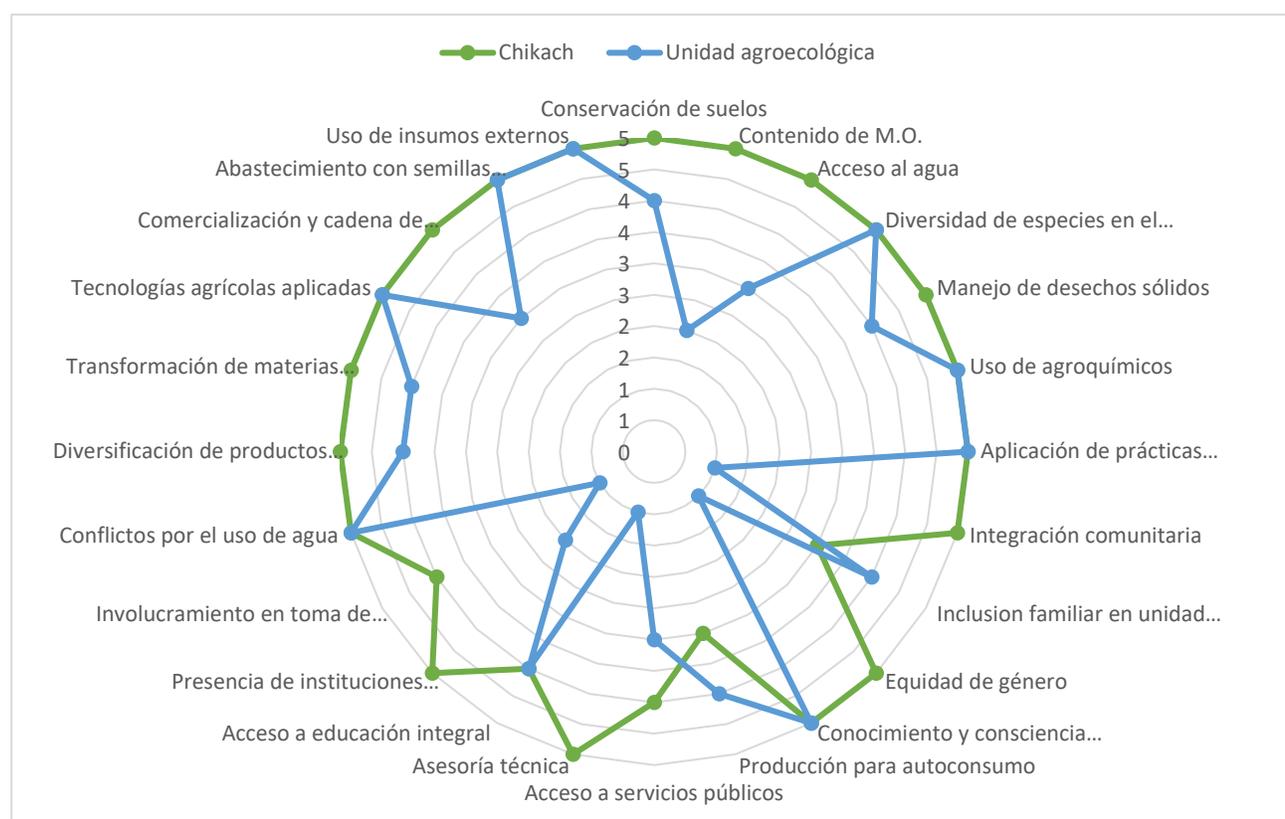


Figura 73: Biograma contraste entre el huerto Chikach y la unidad agroecológica presente en la finca Florencia

A pesar de la diferencia significativa existente entre algunos indicadores, puede apreciarse como la sustentabilidad de una parcela productiva en transición agroecológica, presenta una elevada ponderación (3.42) clasificada como estable, a diferencia del resto de unidades productivas de la finca. Este puede ser un ejemplo a seguir para la finca Florencia.

Tomando en cuenta la integralidad de los agroecosistemas, la circularidad de las transiciones y el carácter multidimensional de la sustentabilidad, se identifican diversos elementos del huerto Chikach con potencialidad de réplica en la finca Florencia para la búsqueda de un modelo agroecológico sustentable. Los elementos seleccionados no podrían agruparse en una dimensión específica debido a la transversalidad que presentan entre diferentes dimensiones, por lo que, en el presente cuadro, únicamente se indica en qué dimensiones de la sustentabilidad influye cada uno de los elementos identificados.

Cuadro 38: Elementos del huerto Chikach con potencialidad de réplica en la finca Florencia

Elementos	Dimensiones			
	BA	SC	I	EP
Diversidad de cultivos producidos	X			X
Rotación de cultivos	X			X
Estructuras de conservación de suelos	X	X		X
Uso de acolchado orgánico (mulch)	X			X
Uso de plantas repelentes y flores insectarias	X			X
Cultivos de cobertura/abonos verdes	X			X
Compostaje e incorporación de M.O.	X			X
Transformación de productos		X		X
Organización de productores		X	X	X
Equidad de género		X	X	X
Involucramiento en toma de decisiones	X	X	X	X
Manejo de la cadena de valor		X	X	X
Pesticidas microbianos/botánicos	X			X
Integración de cultivos y animales	X			X
Sistemas agroforestales	X			X
Asesoría técnica	X	X	X	X
Áreas de producción de menor tamaño (arrendatarios)	X	X	X	X
Turismo agroecológico	X	X	X	X

### 7.8.1. Aspectos relacionados al diseño y manejo del agroecosistema

La aplicación de principios agroecológicos (ver Cuadro 39) para el diseño y la gestión de los agroecosistemas, permite reemplazar prácticas convencionales e insumos externos por procesos naturales. La aplicación de estos principios dependerá de las necesidades socioeconómicas de los productores y los aspectos biofísicos del lugar (Rosset y Altieri, 2018).

Cuadro 39: Principios agroecológicos

<b>Principios agroecológicos</b>	
<b>1</b>	Incrementar el reciclaje de la biomasa, con el fin de optimizar con el tiempo la descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes
<b>2</b>	Fortalecer el “sistema inmunológico” de los sistemas agrícolas, mediante el incremento de la biodiversidad funcional -enemigos naturales, antagonistas, etc. creando hábitats apropiados-
<b>3</b>	Proporcionar las condiciones de suelo más favorables para el crecimiento vegetal en especial mediante el manejo de la materia orgánica y mediante el aumento de la actividad biológica de los suelos
<b>4</b>	Minimizar las pérdidas de energía, agua y recursos genéticos mediante la conservación y regeneración de los recursos hídricos y edáficos, y la agrobiodiversidad
<b>5</b>	Diversificar las especies y los recursos genéticos del agroecosistema en el tiempo y el espacio, a nivel de los campos y a nivel del paisaje
<b>6</b>	Mejorar y aumentar las interacciones biológicas y sinergias beneficiosas entre los componentes de la agrobiodiversidad, fomentando los procesos y servicios ecológicos clave

**Fuente:** Tomado de Rosset y Altieri 2018

La elección e implementación de prácticas de manejo para el agroecosistema debe llevarse a cabo buscando el cumplimiento de los principios agroecológicos mencionados, además de tomar en cuenta las cualidades ambientales, económicas, productivas y socioculturales de cada caso

específico. Sin embargo, de forma general, existen prácticas que deberían estar presentes porque contribuyen al correcto funcionamiento del agroecosistema (ver Cuadro 40).

Cuadro 40: Prácticas de manejo agroecológico

Práctica de manejo	Principio al que contribuyen*					
	1	2	3	4	5	6
Compostaje e incorporación de M.O.	X		X			
Cultivos de cubierta/abonos verdes	X	X	X	X	X	X
Acolchado orgánico	X		X	X		
Rotación de cultivos	X		X	X	X	
Pesticidas microbianos/botánicos		X				
Flores insectarias y plantas repelentes		X			X	X
Diversidad de cultivos					X	X
Sistemas agroforestales	X	X	X	X	X	X
Integración de cultivos y ganado	X		X	X	X	X
Estructuras de conservación de suelos			X	X		

**Fuente:** Adaptado de Rosset y Altieri, 2018

\*Los números se refieren a los principios que se muestran en el Cuadro 41.

De acuerdo con el cuadro anterior, las prácticas de manejo del huerto Chikach, con potencialidad de réplica en la finca, contribuyen a múltiples principios agroecológicos, por lo que su implementación influirá en el funcionamiento del agroecosistema aumentando la sustentabilidad de la dimensión biofísica-ambiental, cuyo aumento también podrá verse reflejado, principalmente en la dimensión económica productiva.

Los sistemas de policultivo tradicionales producen alrededor del 20% del suministro mundial de alimentos y, en el caso de la zona tropical latinoamericana, la mayor parte de la producción de cultivos básicos se da en policultivos (Altieri, 2009). La diversificación del agroecosistema se condiciona por múltiples variables como la demanda del mercado, la disponibilidad de mano de obra

e insumos, el conocimiento en asocio de plantas y la predisposición individual de los agricultores a sustituir los monocultivos por agroecosistemas diversos, por lo que no existe un único camino a seguir y cada configuración debe realizarse en función a un sistema agrícola específico.

La agroecología ha revalorizado la tecnología sostenible tradicional indígena y campesina, orientándose en la ecología y redescubriendo alternativas creadas a través de un proceso artesanal antiguo, a lo largo de una coevolución natural y social de una forma en la que el funcionamiento del ecosistema influye en las prácticas agrícolas (Sevilla y Soler, 2010). De acuerdo con Rosset y Altieri (2018), el gran conjunto de tecnologías culturales y métodos de manejo origina resultados funcionales que no pueden reducirse a diferencias relativas a una sola práctica, por lo que, si se tomaran por sí solas no generarán el efecto sinérgico de la combinación de prácticas. Por esta razón, es recomendable la adaptación de múltiples prácticas y tecnologías agroecológicas en el agroecosistema.

### **7.8.2. Aspectos sociales y de organización**

La organización entre productores es necesaria para hacer frente a las competencias que se generan para colocar los productos en mercados cada vez más competitivos, una estrategia funcional es la reunión de agricultores en cooperativas o asociaciones con el objetivo de programar producciones y cosechas, compartir insumos, tecnologías y canales de distribución, así como también intercambiar conocimientos y experiencias de éxito en el manejo y comercialización de los productos (Garrido, 2005). La estabilidad y capacidad de resistencia campesina se relaciona con los principios sociales que unen la satisfacción individual y el bienestar común de las comunidades (Sevilla y Soler, 2010).

Espinosa (2016: 138), citando a Bunch (2012), expone que “los factores para el éxito de un programa de fortalecimiento organizacional están referidos a: lograr éxito rápido y reconocible, empezar despacio y en pequeño, limitar la tecnología y preferiblemente fortalecer la innovación local, experimentar en pequeña escala, desarrollar un efecto multiplicador y fortalecer líderes locales.

Destaca la equidad de género presente en la organización en el Huerto Chikach, así como en las diferentes instituciones con las que se relaciona de forma social y/o comercial. Esto no ocurre en la

finca Florencia, donde solo dos mujeres cuentan con una unidad productiva, las cuales se conforman por un huerto familiar en sus hogares, y mientras que los empleados hombres tienen unidades asignadas para la producción agrícola, las mujeres no cuentan con este beneficio. Tener un alto grado de participación femenina es un aspecto clave para una transformación agroecológica exitosa, donde suelen ser protagonistas visibles o invisibles (Siliprandi, 2009, citado por Rosset y Altieri, 2018).

Buena parte de los conocimientos aplicados en la agricultura que cumplen con los principios agroecológicos se derivan de los saberes empíricos de los agricultores transmitidos de forma generacional desde los ancestros indígenas. El conocimiento tradicional campesino, al ser el resultado de la coevolución entre sociedades humanas y naturaleza, constituye una fuente esencial para el diseño de agroecosistemas sustentables (Norgaard, 1999, citado por López, 2014). Debido a esto es necesario un modelo de asistencia técnica que surja entre el dialogo de los agricultores que poseen las prácticas y saberes ancestrales y los técnicos, logrando una comprensión científica y empírica de los procesos y las propuestas de soluciones reales a los problemas que se presenten en la producción agroecológica (Garrido, 2005).

### **7.8.3. Aspectos sociales y comerciales**

Es necesario mejorar la conexión existente entre los productores y el consumidor, de esta forma será posible acceder a nuevo y mejores mercados, así como también afianzar las relaciones ya existentes en los mercados. El Instituto de Desarrollo Agropecuario -INDAP- (2018), propone diversas acciones para mejorar la relación productor-consumidor para mejorar la organización y comercialización (ver Cuadro 41).

Cuadro 41: Acciones para la conexión productor-consumidor

<b>Acciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción de productos derivados de sistemas agroecológicos en mercados locales.</li> <li>• Desarrollo de espacios de mercados locales para comercialización de productos.</li> <li>• Postulación a marcas y sellos que identifiquen la procedencia de los productos.</li> <li>• Desarrollo de espacios de intercambio entre productores y consumidores como exposiciones y giras a predios de producción agroecológica.</li> <li>• Programas o proyectos de difusión de la opción agroecológica de producción por parte de la organización de productores campesinos.</li> </ul>

Se generan impactos duraderos con el cambio de la producción convencional hacia producciones orgánicas, al aumentar los niveles de capital natural, humano, social, financiero y físico en las comunidades agrícolas. Para lograrlo, se deben desarrollar oportunidades equitativas de mercado, enfatizando modelos locales de comercialización y distribución, precios justos y demás mecanismos que conecten a los productores con la población de una forma más directa y solidaria (Altieri, 2009).

Whatmore, 1995, citado por Sevilla y Soler (2010), plantea que, con el fin de alcanzar la equidad, la agroecología debe sobrepasar la producción e introducirse en los procesos de circulación para intervenir en las actividades de formación y distribución de los productos y subproductos agrícolas, de forma que exista una interdependencia sistémica entre las distintas actividades y sectores que concurren en el sistema agroalimentario.

La presencia en mercados locales permite a los productores agrícolas comercializar productos que no cumplan con la calidad visual o volúmenes requeridos por los mercados más grandes. Esto también permitirá dar a conocer las ventajas de los productos agroecológicos al acompañar la comercialización con acciones como promoción y publicidad y campañas de educación y concientización, algo que el huerto Chikach realiza de una forma destacada al promocionar sus productos a través de la difusión de información sobre sus actividades y el fomento de la

agroecología, logrando colocar sus productos en diferentes mercados, incluyendo tiendas, restaurantes y comercio en línea.

Si bien la transformación de productos agrícolas no suele ser común a nivel campesino debido a la precariedad económica, brindar valor agregado a los productos a través de su transformación es un requisito fundamental para acceder a mercados más estables y con mejores precios. La transformación a escala local brinda la posibilidad de aumentar la rentabilidad de las actividades agrícolas, optando por procesamientos simplificados y sencillos, acordes con los principios agroecológicos y en concordancia con el nivel de desarrollo tecnológico o socioeconómico del lugar (Garrido, 2005).

Para la comercialización en el mercado local, la venta directa en finca es un mecanismo que permite a los productores alcanzar los mejores precios del mercado. Tomando en cuenta la existencia del Parque Ecológico Florencia, dentro de la finca, es posible incentivar al consumidor a llegar hasta la finca para adquirir sus productos en un centro de acopio, existiendo incluso la posibilidad de cosechar sus propios alimentos.

Además del objetivo principal de proveer alimentos, los agroecosistemas aportan múltiples beneficios que pueden ser aprovechados según las necesidades y objetivos de los agricultores. Algunos servicios que pueden ofrecer los sistemas agroecológicos son la conservación de la biodiversidad, bancos de germoplasma y de proteína, o la posibilidad de incursionar en el turismo ecológico, servicios ofrecidos en el huerto Chikach, siendo un referente como modelo exitoso de un proyecto agroecológico.

## 8. CONCLUSIONES

1. Se determinaron dos conglomerados que agrupan las unidades estudiadas, el clúster 1, conformado principalmente por los arrendatarios de la finca, tuvo un índice integrado de sustentabilidad de 2.25, mientras que para el clúster 2, conformado por empleados y habitantes de la finca, el índice fue de 2.29. Al promediarlos, el índice integrado de sustentabilidad de la finca Florencia fue de 2.25, clasificado como inestable.
2. Se identificaron 16 puntos críticos que vulneran la sustentabilidad del área agrícola de la finca Florencia los cuales fueron: asesoría técnica e involucramiento en la toma de decisiones, en estado pésimo; presencia de instituciones locales, inclusión familiar en la unidad productiva, transformación de materias primas, integración comunitaria, equidad de género, conservación de suelos, contenido de M.O., producción para autoconsumo y comercialización y manejo de la cadena de valor, en estado difícil; diversificación de productos, manejo de desechos sólidos, acceso al agua, uso de agroquímicos y conocimiento y conciencia agroecológica, en estado inestable.
3. El huerto Chikach, con un índice integrado de sustentabilidad óptimo (4.76), presenta múltiples elementos con potencialidad de réplica en la finca Florencia para aumentar el estado de sustentabilidad del área agrícola. Los elementos identificados son: uso de estructuras de conservación de suelos, uso de acolchado orgánico, uso de plantas repelentes y flores insectarias, cultivos de cobertura y abonos verdes, compostaje e incorporación de M.O., transformación de productos, organización de productores, equidad de género, involucramiento en toma de decisiones, manejo de la cadena de valor, uso de pesticidas microbianos/botánicos, integración de cultivos y animales, sistemas agroforestales, áreas de producción de menor tamaño (en el caso de los arrendatarios), asesoría técnica y el turismo agroecológico.

## 9. RECOMENDACIONES

1. A continuación, se describen acciones recomendadas para dar solución a los puntos críticos encontrados en la finca Florencia.
  - a. Involucramiento en la toma de decisiones
    - i. Consultar con los arrendatarios, habitantes y empleados de la finca, la planificación para el área agrícola y las rutas futuras a seguir.
    - ii. Realizar capacitaciones sobre gobernanza, organización y liderazgo a los arrendatarios y empleados de la finca.
    - iii. Realizar reuniones calendarizadas para discutir aspectos sobre el estado y manejo del área agrícola.
  - b. Presencia de instituciones
    - i. Desde la administración de la finca Florencia, tener un mayor involucramiento en las actividades de manejo realizadas en el área agrícola de la finca, así como también en la comercialización de los productos cultivados por lo empleados
    - ii. Buscar el apoyo de instituciones, principalmente locales, que acompañen a los agricultores.
  - c. Conocimiento y conciencia agroecológica
    - i. Impartir capacitaciones y talleres sobre medio ambiente, ecología, agroecología y trabajo comunitario a los arrendatarios, empleados y habitantes de la finca.
    - ii. Incentivar la implementación de prácticas agroecológicas por los arrendatarios y empleados de la finca.
  - d. Asesoría técnica
    - i. Brindar asesoría los arrendatarios, empleados y habitantes de la finca Florencia sobre manejo agronómico, transformación de productos, comercialización, agroecología, entre otros.
    - ii. Aprovechar el conocimiento ancestral y empírico de algunos productores al momento de impartir asesorías.
    - iii. Utilizar la parcela del señor Juan Manuel Pérez como ejemplo de un agroecosistema manejado de forma agroecológica.

- e. Inclusión familiar en la unidad productiva
  - i. Impartir talleres sobre la importancia de la familia, seguridad alimentaria, equidad de género, integración, entre otros.
- f. Integración comunitaria
  - i. Realizar actividades de convivencia entre arrendatarios, empleados y habitantes de la finca.
  - ii. Acompañar al comité Florencia en la planificación y realización de sus actividades.
  - iii. Implementar un modelo cooperativista entre los productores agrícolas para definir los cultivos a producir, la compra de insumos y la comercialización de los productos.
- g. Equidad de género
  - i. Asignar a las empleadas mujeres un área agrícola para su producción, de la misma forma que con los empleados hombres.
  - ii. Realizar capacitaciones sobre equidad de género, ecofeminismo, derechos de la mujer, entre otros.
  - iii. Crear una organización de mujeres en la finca Florencia.
- h. Producción para autoconsumo
  - i. Concientizar a los empleados y habitantes de la finca sobre temas de seguridad alimentaria, nutrición, plantas medicinales y huertos familiares.
  - ii. Incentivar la implementación de huertos familiares en los hogares de los empleados y arrendatarios a través de entregas de semillas de cultivos.
- i. Conservación de suelos y contenido de M.O.
  - i. Establecimiento de barreras vivas y muertas
  - ii. Implementación de zanjas de infiltración
  - iii. Uso de acolchado orgánico
  - iv. Uso de cultivos de cobertura
  - v. Reducir actividades de labranza
  - vi. Incorporación de M.O.
  - vii. Asocio de cultivos
  - viii. Establecimientos de sistemas agroforestales
- j. Acceso al agua
  - i. Aumentar la cantidad de agua que llega a los habitantes del casco urbano de la finca.
  - ii. Permitir a los empleados de la finca utilizar el agua del pozo para el riego de sus cultivos.
  - iii. Dar manejo y cuidado a los nacimientos de agua existentes dentro de la finca.

k. Uso de agroquímicos

- i. Limitar el uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades a productos de etiqueta verde y/o azul. De ser posible, optar por otro tipo de productos para el control como extractos vegetales o productos microbiológicos.
- ii. Impartir capacitaciones sobre el uso responsable de agroquímicos, el uso de equipo de protección, el manejo de recipientes vacíos, entre otras.
- iii. Incentivar la implementación de sistemas de producción orgánica.
- iv. Sancionar a los arrendatarios si realizan un mal manejo de aplicación de agroquímicos y manejo de recipientes vacíos.

l. Manejo de desechos sólidos

- i. Implementar áreas para el acopio de desechos sólidos no biodegradables.
- ii. Capacitar a los arrendatarios, empleados y habitantes sobre el manejo de desechos sólidos.
- iii. Reciclar desechos sólidos como plásticos y aluminio.
- iv. Sancionar a los arrendatarios, empleados y habitantes que realicen malas prácticas de manejo de desechos como la acumulación, quema o entierro.

m. Diversificación de los productos

- i. Diversificación de cultivos en parcelas ya establecidas, para la obtención de nuevos productos.
- ii. Ofrecer servicios como giras a unidades agroecológicas o capacitaciones sobre agroecología y temas similares.

n. Transformación de materias primas

- i. Aportar valor agregado a los productos a través de la transformación de materias primas para la fabricación de productos como jaleas, conservas, cosméticos, medicamentos, etc.

o. Comercialización y manejo de la cadena de valor

- i. Disponer de datos de ingresos y egresos para evaluar la rentabilidad de la actividad agrícola.
- ii. Realizar estudios de mercado para conocer la dinámica de la oferta y la demanda e identificar mercados potenciales.
- iii. Mejorar la conexión productor-consumidor a través de la promoción y la difusión de información sobre las actividades que realizan los agricultores y el fomento de la agroecología.

- iv. Establecer un centro de acopio en el Parque Ecológico Florencia para comercializar los productos del área agrícola de la finca.
  - v. Incursionar en el turismo agroecológico para el área agrícola de la finca.
2. Esta investigación debe ser el punto de partida para un proceso de cambio entre un paradigma de agricultura convencional a un modelo agroecológico sustentable, por lo cual, se recomienda la continuación de esta labor a través de investigaciones como:
- a. Propuesta de un modelo agroecológico para el área agrícola de la finca Florencia.
  - b. Estudio de la transición agroecológica de una parcela agrícola en la finca Florencia.
  - c. Implementación de un centro de acopio para desechos sólidos.
  - d. Implementación de sistemas de compostaje para la fertilización orgánica del área agrícola de la finca Florencia.
  - e. Implementación de huertos comunitarios y familiares en la finca.
  - f. Propuestas de mejora de procesos y diversificación de transformación de productos agrícolas.
  - g. Implementación de un centro de acopio de productos agrícolas en el Parque Ecológico Florencia.
  - h. Formación de una cooperativa agrícola en la finca Florencia.
  - i. Turismo agroecológico como propuesta para la conservación y aprovechamiento de los recursos de la finca Florencia.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. 1995. Bases y estrategias agroecológicas para una agricultura sustentable. Agroecología y Desarrollo. CLADES, (9), 21-30.

\_\_\_\_\_. 2009. Agroecología, pequeñas fincas y soberanía alimentaria. Ecología política (38):25-35.

Altieri, M; Nicholls, C. 2000. Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie textos básicos para la formación ambiental. ISBN 968-7913-04-X.: 257.

Astier, M; Maser, O. 1996. Metodología para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada. Gira. Documento de trabajo No. 17: 1-30.

Barrantes, C; Siura, S; Castillo, E; Huarcaya, M; Joao, R. 2017. Guía para el análisis de la Sostenibilidad de Sistemas de Producción de la Agricultura Familiar (SPAF). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura :1-37.

Barrantes, C; Siura, S; Castillo, E; Huarcaya, M; Rado, J. 2018. Manual para el análisis de la agricultura familiar. s.l., s.e.

Bolívar, H. 2011. Metodologías e indicadores de evaluación de sistema agrícolas hacia el desarrollo sostenible. Centro de investigación de ciencias administrativas y gerenciales: 1-18.

Castillo, H; Fion, A; Salazar, C; Pec, F; Xicay, R; Curruchich, R; Viana, A. 2018. Metodología para el análisis y diseño de la estrategia de gestión y manejo de los sistemas de producción sostenibles de la agricultura familiar: experiencia de Guatemala. :85.

Codillo Gutiérrez, JG; Gómez, LIA; Esquivel, CEG. 2008. Agroecología y sustentabilidad. Convergencia. 15(46):51-87.



- Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 20, 21, 39.
- Dellepiane, A; Sarandón, S. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecologia* 3(3):67-78.
- Díaz, R; Valencia, F. 2010. Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* 1(2):7-17.
- Espinosa, JA. 2016. Características estructurales y funcionales de un faro agroecológico a partir de las experiencias de productores cacaoteros de las regiones de los departamentos de Nariño, Meta, Caquetá y Tolima:236.
- Fals-Borda, O. 2009. Cómo investigar la realidad para transformarla. En O. Fals-Borda, Una sociología sentipensante para América Latina (Vol. IV, pág. 253-301). Bogotá, Colombia: Siglo del Hombre Editores y CLACSO. ISBN 978-958-665-142-4
- Garrido Valero, MS. 2005. Recomendaciones y estrategias para desarrollar la agricultura ecológica en Iberoamérica : Proyecto XIX. 4 de CYTED sobre normativas de agricultura orgánica para Iberoamérica (en línea). s.l., s.e. 228 p. Disponible en [https://biorediberoamerica.org/resources/venezuela/Libro\\_\\_Agric\\_Ecolog\\_CYTED.pdf](https://biorediberoamerica.org/resources/venezuela/Libro__Agric_Ecolog_CYTED.pdf).
- Geilfus, F. 1997. 80 Herramientas para para el Desarrollo Participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochate-IICA, San Salvador, El Salvador. 208 p.
- Gliessman, SR; Rosado, FJ; Guadarrama-Zugasti, C; Cohn, J; Mendez, VE; Cohen, R; Trujillo, L; Bacon, C; Jaffe, R. 2013. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad (en línea). *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente* 16(febrero):1-46. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Rosado-May/publication/39439909\\_Agroecologia\\_promoviendo\\_una\\_transicion\\_hacia\\_la\\_sostenibilidad/links/5d36124892851cd0467e25ef/Agroecologia-promoviendo-una-transicion-hacia-la-sostenibilidad.pdf?origin=public](https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Rosado-May/publication/39439909_Agroecologia_promoviendo_una_transicion_hacia_la_sostenibilidad/links/5d36124892851cd0467e25ef/Agroecologia-promoviendo-una-transicion-hacia-la-sostenibilidad.pdf?origin=public).



- Gutiérrez Cedillo, JG; Aguilera Gómez, LI; González Esquivel, CE; Juan Pérez, JI. 2011. Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el Subtrópico del Altiplano Central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:597-612.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859), 1243-1248.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 1997. Clasificación de tierras por capacidad de uso. (en línea) Disponible en: [http://portal.inab.gob.gt/images/centro\\_descargas/manuales/Clasificaci%C3%B3n%20de%20tierras%20por%20capacidad%20de%20uso.pdf](http://portal.inab.gob.gt/images/centro_descargas/manuales/Clasificaci%C3%B3n%20de%20tierras%20por%20capacidad%20de%20uso.pdf)
- INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario, Chile). 2018. Manual De Transición Agroecológica Para La Agricultura Familiar Campesina. s.l., s.e., vol.19. 212 p.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala). 2019. Datos meteorológicos de la estación Suiza Contenta, Sacatepéquez (en línea). Guatemala. Consultado 20 sep. 2020. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt>
- Izquierdo, J. 2017. Metodología participativa para la elaboración de programas locales de formación agroecológica (en línea). Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/JonayIzquierdo/publication/320077463\\_Metodologia\\_para\\_elaboracion\\_participativa\\_de\\_programas\\_de\\_formacion\\_agroecologica\\_Aplicacion\\_al\\_Plan\\_Agroecologico\\_de\\_Vallehermoso\\_Islas\\_Canarias\\_Methodology\\_for\\_participatory\\_elaboration\\_of\\_local\\_agroecological\\_programs\\_application\\_to\\_the\\_agroecological\\_plan\\_of\\_Vallehermoso\\_Islands](https://www.researchgate.net/profile/JonayIzquierdo/publication/320077463_Metodologia_para_elaboracion_participativa_de_programas_de_formacion_agroecologica_Aplicacion_al_Plan_Agroecologico_de_Vallehermoso_Islas_Canarias_Methodology_for_participatory_elaboration_of_local_agroecological_programs_application_to_the_agroecological_plan_of_Vallehermoso_Islands_Methodology_for_participatory_elaboration_of_local_agroecological_programs_application_to_the_agroecological_plan_of_Vallehermoso_Islands) (ResearchGuate).
- Leff, E; Ezcurra, E; Pisanty, E; Romero Lankao, P. 2002. La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe (en línea). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, IN de EUAMP de las NU para el MA (ed.). México, s.e. 578 p. Disponible en [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/2B1F4A04FC88079705257D4A005D35E1/\\$FILE/LaTransiciónHaciaElDesarroll](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/2B1F4A04FC88079705257D4A005D35E1/$FILE/LaTransiciónHaciaElDesarroll).



- Loiza Cerón, W; Carvajal Escobar, Y; Ávila Díaz, ÁJ. 2014. Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca centella Dagua, Colombia. Colombia Forestal 17(2):161. Disponible en <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a03>.
- López García, D. 2014. Metodologías participativas, agroecología y sostenibilidad rural. La participación como herramienta de dinamización comunitaria y agroecológica en el Medio Rural :2-29.
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2001. Mapa Fisiográfico-Geomorfológico de la República de Guatemala. :109.
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2013. Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala. :788.
- Muñoz E., et al. 2005. Contribución de los faros agroecológicos como base demostrativa de los sistemas agrarios sostenibles. Instituto de Ciencia Animal, 2. La Habana-Cuba. Estación experimental de pastos y forrajes de Las Tunas: 45-47.
- Nicholls, C; Altieri, M. 2012. Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el Siglo XXI. Agroecología 6(0):28-37.
- Noguera-Talavera, Á; Salmerón, F; Reyes-Sánchez, N. 2019. Theoretical-methodological framework for the design of ecological agriculture systems. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias 51(1):273-293.
- Ostrom, E. 1990. Gobernando los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. Cambridge University Press.
- Reis, EM. 2005. Análisis, desde la perspectiva agroecológica, de los cambios generados por un proyecto de desarrollo rural en agricultura familiar: el caso del Proyecto Gavião.(en línea). Disponible en <https://orgprints.org/24941/>.



- Rosset, P. 2001. La Crisis De La Agricultura Convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico. Agroecología y agricultura sostenible. Módulo I :2-11.
- Rosset, P; Altieri, M. 2018. Agroecología ciencia y política. Barcelona, Icaria editorial, S.A. 208 p
- Sarandón, SJ. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas (en línea). Agroecología: El camino para una agricultura sustentable :393-414. Disponible en <http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/10/SARANDON-cap-20-Sustentabilidad.pdf>.
- Sarandón, S; Flores, C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. Agroecología 4(0):19-28.
- \_\_\_\_\_. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. s.l., s.e. 1-487 p. DOI: <https://doi.org/10.1177/009430610803700551>.
- Sarandón, SJ; Zuluaga, MS; Cieza, R; Gómez, C; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina mediante el uso de indicadores. Sustainability evaluation of agricultural systems at a farm level in Misiones, Argentina, by means of indicators (en línea). Agroecología 1 :20-28. Disponible en <http://revistas.um.es/index.php/agroecologia/article/viewFile/14/5>.
- Secretaría de Gestión Municipal, Guatemala. 2018. Perfil de puestos Finca Florencia. Antigua Guatemala, Guatemala. 20 p.
- Sepúlveda, S. 2008. Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenibles de territorios. San José, C.R., s.e. 132 p.
- Sevilla, E; Soler, M. 2010. Agroecología y soberanía alimentaria: alternativas a la globalización agroalimentaria. Ph Cuadernos 26:316.



- Silva-Santamaría, L; Ramírez-Hernández, O. 2017. Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de Las Lajas, Provincia de Mayabeque, Cuba. Revista Luna Azul 44(44):120-152. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.8>.
- Silvestre, L. 2019. Diagnóstico, investigación y servicios desarrollados en Nuhusehe, educación y desarrollo, A.C. y la empresa comunitaria “comunidades organizadas de la sierra de Hidalgo, S.A. de C.V.”, en el estado de Hidalgo, México:171.
- Sirvent MT. 2006. Apuntes del proceso de investigación, en investigación y estadística educacional I. Universidad de Buenos Aires.
- Vacarello, V; Veliz, P; Pietrarelli, L. 2018. Propuesta de transición agroecológica en un sistema productivo de Colonia Caroya.
- Véliz, M; Sales, E. 1993. Estudio de la vegetación del bosque de encino (*Quercus* spp.) de la finca Florencia, Santa Lucía Milpas Altas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 28p
- Vilabaños, R; Rubio-Hurado, MJ. 2017. El análisis de conglomerados bietápico o en dos fases con SPSS. REIRE. Revista d’Innovació i Recerca en Educació 10(10 (1)):118-126. Disponible en: <https://doi.org/10.1344/reire2017.10.11017>.



## 11. ANEXOS

Dimensión	Variable	Información a recopilar
Sociocultural	Tipo de mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de la mano de obra disponible empleada en el predio y fuera de este (incluyendo trabajo asalariado o contratado)</li> <li>• Personal que trabaja en la finca, número de personas</li> <li>• Contratación de trabajadores, cantidad, contratación estacional o permanente.</li> <li>• Modalidad de remuneración para estos trabajadores</li> <li>• Motivos de la contratación de personal</li> <li>• Familiares que trabajan fuera de la finca (si lo hacen en otras fincas o en labores no agrícolas, motivo por el que lo hacen)</li> </ul>
	Tenencia de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modalidad de propiedad de su finca (propiedad privada, posesión de hecho bajo arreglos contractuales, distribución del usufructo de tierras comunitarias, etc.)</li> </ul>
	Relaciones sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de trabajo comunal (modalidad)</li> <li>• Vínculo que mantienen con las personas que trabajan en su finca (parentesco u otros)</li> <li>• Vínculo que mantiene con las personas con las que comercializan sus productos (parentesco u otros)</li> <li>• Persona encargada de tomar decisiones en la finca, tipo de producción, cantidad de producción, monto de inversión</li> <li>• Persona encargada de la organización del trabajo en la finca</li> <li>• Existencia de conflicto entre actores del territorio (actores económicos, sociales, políticos e institucionales), motivos de ocurrencia y nivel de afectación para el productor</li> <li>• Integrantes de la familia que trabajan o estudian de forma permanente fuera de su ciudad de origen</li> <li>• Identificación de redes en los sistemas territoriales en su zona, tipo de red formal o informal, beneficios que promueve la red (¿cómo se relacionan sus integrantes dentro y fuera de la red?)</li> </ul>
	Autosuficiencia alimentaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de consumo del hogar (¿qué se cubre mediante la producción?), actividades extractivas o de otra índole realizadas por los integrantes de la familia</li> </ul>

Figura 74: Información a recopilar para la caracterización por variables y dimensiones (1)

Económico-productiva	Nivel de capitalización de la finca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción o incremento de la escala de producción (¿qué lo motiva?)</li> <li>• Venta de tierras u otros activos (¿a qué se debe?)</li> <li>• Inversiones en otras actividades económicas fuera de su finca (¿cuáles son los motivos?)</li> </ul>
	Tamaño de la finca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión del terreno que posee o alquila</li> <li>• Extensión del terreno para cultivos</li> <li>• Extensión del terreno para la cría de animales</li> <li>• Ubicación de los terrenos (juntos o fraccionados)</li> <li>• Delimitación del terreno (si son claros o no sus límites)</li> </ul>
	Sistemas productivos existentes en la finca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades económicas que se realizan, sistemas de cultivo, sistemas de producción animal, actividades no agrícolas, tipo de relación entre ellas (positiva o negativa)</li> <li>• Extracción directa de recursos naturales para su aprovechamiento (madera, fauna, frutos, tubérculos, etcétera)</li> </ul>
	Nivel de intensificación tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesamiento de sus productos o materias primas de la naturaleza (forma artesanal o agroindustrial)</li> <li>• Adquisición de nuevas alternativas de optimización del sistema productivo</li> <li>• Tecnologías empleadas (maquinaria, tracción animal, pesca artesanal, cría-deros de fauna, riego tecnificado, etc.)</li> <li>• Estacionalidad de las actividades (agricultura de temporal o de riego, meses de producción de leche y carne, periodicidad en la extracción de madera, etc.)</li> </ul>
	Composición del ingreso familiar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresos o remesas de familiares que trabajan fuera de la finca (dinero invertido o no en la finca)</li> <li>• Pago salarial a los familiares por su trabajo en la finca</li> </ul>
	Tipo y grado de articulación con los mercados de productos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte e intercambio de sus productos</li> <li>• Modalidad de venta de productos (trueque o formas comunitarias de distribución, etc.)</li> <li>• Existencia de cadena de valor en la agricultura familiar</li> </ul>
	Biofísico-ambiental	Elementos climáticos
Elementos agroecológicos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociaciones de cultivos</li> </ul>

Figura 75A: Información a recopilar para la caracterización por variables y dimensiones (2)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación del paisaje del territorio por el sistema de aprovechamiento productivo</li> <li>• Aptitud agroecológica del predio, sistemas silvopastoriles, agroforestería, etc.</li> </ul>
Calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del suelo para ser cultivable</li> <li>• Suelos bajo riego o presencia de lluvia</li> </ul>
Capacidad de gestión de los productores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativas y metas de los productores ‡ Reuniones entre productores</li> <li>• Actividades propuestas para lograr beneficios como grupos</li> </ul>
Instituciones locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principales organizaciones locales vinculadas a las actividades rurales</li> <li>• Representatividad y grado de articulación de estas organizaciones en el sector productivo o social</li> </ul>
<b>Institucional</b>	
Servicios Públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a servicios públicos de apoyo a los productores</li> <li>• Asistencia técnica por parte del Estado o de alguna otra entidad (especificar)</li> <li>• Financiamiento, créditos para el agricultor</li> <li>• Programas de apoyo en la zona para los agricultores</li> </ul>

Figura 76A: Información a recopilar para la caracterización por variables y dimensiones (3)

## 11.1. Boleta de caracterización de subsistemas de producción

**DATOS GENERALES**

Nombre del productor(a): \_\_\_\_\_  
 Año de nacimiento: \_\_\_\_\_  
 Localidad: \_\_\_\_\_  
 Rol dentro de la finca/huerto:  
 Arrendatario: \_\_\_\_\_  
 Empleado (a) de arrendatario: \_\_\_\_\_  
 Empleado (a) de la finca: \_\_\_\_\_  
 Habitante de la finca: \_\_\_\_\_  
 Miembro de la Fundación: \_\_\_\_\_  
 Empleado de la Fundación: \_\_\_\_\_  
 Coordinador (a) General: \_\_\_\_\_  
 Administrador (a): \_\_\_\_\_

2.7. Recolección de basura [ ]  
 2.8. Recreación [ ]  
 2.9. Proyectos de desarrollo [ ]

**SOCIOCULTURAL***1. Tenencia de la tierra*

1.1. Propia [ ]  
 1.2. Arrendada [ ]  
 1.3. Usufructo [ ]  
 1.4. Sin dato [ ]

*2. Practicas ancestrales*

2.1. Fases lunares [ ]  
 2.10. Temporal de lluvia [ ]  
 2.11. Plantas medicinales [ ]  
 2.12. Labranza mínima [ ]  
 2.13. Asocio de cultivos [ ]  
 2.14. Cobertura con rastrojo [ ]  
 2.15. Selección de semillas [ ]  
 2.16. Sin datos [ ]

*3. Nivel de organización*

3.1. Comités [ ]  
 3.2. Consejo de productores [ ]  
 3.3. Organización de mujeres [ ]  
 3.4. Cooperativas [ ]  
 3.5. Asociación [ ]  
 3.6. Sin datos [ ]

*4. Capacidad de gestión de productores*

4.1. Mercados locales [ ]  
 4.2. Mercados nacionales [ ]  
 4.3. Productos transformados [ ]  
 4.4. Sin datos [ ]

*5. Tipo de mano de obra*

5.1. Solo el productor (a) [ ]  
 5.1.1. Productor + contratado (a) [ ]  
 5.2. Familiar [ ]  
 5.2.1. Hermanos [ ]  
 5.2.2. Hijos [ ]  
 5.2.3. Nietos [ ]  
 5.2.4. Esposa (o) [ ]

**INSTITUCIONAL***1. Instituciones*

1.1. Iglesia [ ]  
 1.2. Comité de Florencia [ ]  
 1.3. Cooperativa [ ]  
 1.4. FUNCEDESCRI [ ]  
 1.5. ORCONES [ ]  
 1.6. Banco [ ]  
 1.7. Municipalidad [ ]  
 1.8. MAGA [ ]  
 1.9. Maya Nut [ ]  
 1.10. BID [ ]  
 1.11. Xkape Kob'an [ ]  
 1.12. Cooperativa Samac [ ]  
 1.13. CARAVASAR [ ]  
 1.14. Qachuu Aloom-Madre Tierra [ ]  
 1.15. REDSAG [ ]  
 1.16. IMAP [ ]  
 1.17. Asociación Ak`Tenamit [ ]  
 1.18. Otra \_\_\_\_\_

*2. Servicios públicos*

2.1. Electricidad [ ]  
 2.2. Agua entubada [ ]  
 2.3. Drenaje [ ]  
 2.4. Asist. Técnica [ ]  
 2.5. Asist. en salud [ ]  
 2.6. Educación [ ]

- 5.3. Sin datos [ ]
6. *Migración*
- 6.1. Familiares que han migrado [ ]
- 6.2. Ninguno [ ]
7. *Escolaridad*
- 7.1. Ninguna [ ]
- 7.2. Primaria [ ]
- 7.3. Básica [ ]
- 7.4. Diversificada [ ]
- 7.5. Universitaria [ ]

### **ECONOMICO PRODUCTIVO**

#### *1. Pecuario*

- 1.1. Ninguno [ ]
- 1.2. Aves de traspatio [ ]
- 1.2.1. Gallinas, pollos [ ]
- 1.2.2. Pavos [ ]
- 1.2.3. Patos [ ]
- 1.2.4. Otros [ ]
- 1.3. Bovinos [ ]
- 1.4. Caprinos [ ]
- 1.5. Cerdos [ ]
- 1.6. Conejos [ ]
- 1.7. Fuente de alimento [ ]
- 1.7.1. Pastoreo [ ]
- 1.7.2. Pasto de corte [ ]
- 1.7.3. Rastrojo [ ]
- 1.7.4. Grano almacenado [ ]
- 1.7.5. Concentrado [ ]

#### *2. Agrícola*

- 2.1. Tamaño de parcela [ ]
- 2.1.1. < ¼ de hectárea [ ]
- 2.1.2. ¼ - 2 hectáreas [ ]
- 2.1.3. >2 a 5 hectáreas [ ]
- 2.1.4. >5 hectáreas [ ]

#### *2.2. Cultivo*

##### *2.2.1 Herbáceo*

- Rábano [ ]
- Lechuga [ ]
- Repollo [ ]
- Coliflor [ ]
- Brócoli [ ]
- Cilantro [ ]
- Perejil [ ]
- Ejote francés [ ]

- Amaranto [ ]
- Espinaca [ ]
- Acelga [ ]
- Tomate [ ]
- Jitomate [ ]
- Bledo [ ]
- Güicoy [ ]
- Ayote [ ]
- Zanahoria [ ]
- Cebolla [ ]
- Frijol [ ]
- Chile [ ]
- Apio [ ]
- Remolacha [ ]
- Maíz [ ]
- Pepino [ ]
- Güisquil [ ]
- Otro \_\_\_\_\_

##### *2.2.2. Plantas medicinales*

- Tabaco [ ]
- Flor de muerto [ ]
- Mejorana [ ]
- Tomillo [ ]
- Sábila [ ]
- Hierba buena [ ]
- Culantrón [ ]
- Albahaca [ ]
- Apazote [ ]
- Llantén [ ]
- Valeriana [ ]
- Chipilín [ ]
- Romero [ ]
- Lavanda [ ]
- Ruda [ ]
- Citronela [ ]
- Menta [ ]
- Manzanilla [ ]
- Pericón [ ]
- Té de limón [ ]
- Eneldo [ ]
- Jengibre [ ]
- Cola de caballo [ ]
- Orégano [ ]
- Otro \_\_\_\_\_

#### *2.3. Seguridad alimentaria*

¿Cuenta con huerto familiar? SI\_\_  
NO\_\_

2.3.1. Herbáceo

Rábano [ ]  
Lechuga [ ]  
Repollo [ ]  
Coliflor [ ]  
Brócoli [ ]  
Cilantro [ ]  
Perejil [ ]  
Ejote francés [ ]  
Espinaca [ ]  
Papaya [ ]  
Acelga [ ]  
Tomate [ ]  
Higo [ ]  
Pacaya [ ]  
Jitomate [ ]  
Bledo [ ]  
Cilantro [ ]  
Güicoy [ ]  
Ayote [ ]  
Zanahoria [ ]  
Cebolla [ ]  
Frijol [ ]  
Chile [ ]  
Apio [ ]  
Remolacha [ ]  
Banano [ ]  
Maíz [ ]  
Pepino [ ]  
Güisquil [ ]  
Otro \_\_\_\_\_

2.3.2. Leñoso

Naranja [ ]  
Limón [ ]  
Jocote [ ]  
Aguacate [ ]  
Mandarina [ ]  
Níspero [ ]  
Guayaba [ ]  
Otro \_\_\_\_\_

2.3.3. Plantas medicinales

Tabaco [ ]  
Flor de muerto [ ]  
Mejorana [ ]  
Tomillo [ ]  
Sábila [ ]  
Hierba buena [ ]

Culantrón [ ]  
Albahaca [ ]  
Apazote [ ]  
Llantén [ ]  
Valeriana [ ]  
Mejorana [ ]  
Chipilín [ ]  
Romero [ ]  
Lavanda [ ]  
Ruda [ ]  
Citronela [ ]  
Menta [ ]  
Manzanilla [ ]  
Pericón [ ]  
Té de limón [ ]  
Eneldo [ ]  
Jengibre [ ]  
Cola de caballo [ ]  
Orégano [ ]  
Otro \_\_\_\_\_

3. Forestal

3.1. Productos maderables

3.1.1. Leña [ ]  
3.1.2. Madera [ ]

4.1. Productos no maderables

4.1.1. Musgo [ ]  
4.1.2. Tilandsias [ ]  
4.1.3. Hongos comestibles [ ]  
4.1.4. Broza (abono) [ ]

5. Propósito de la producción pecuaria

5.1. Consumo familiar [ ]  
5.2. Comercialización [ ]  
5.2.1. Animales en pie [ ]  
5.2.2. Animales en canal [ ]  
5.2.3. Lácteos [ ]

6. Propósito de la producción agrícola

6.1. Consumo familiar [ ]  
6.2. Comercialización [ ]

7. Propósito de la producción forestal

7.1. Consumo familiar [ ]  
7.2. Comercialización [ ]

8. ¿Cuál es la rentabilidad de su unidad productiva?

5.1. <10% [ ]  
5.2. >10% - 15% [ ]  
5.3. >15% - 20% [ ]

- 5.4. >20% - 25% [ ]
- 5.5. >25% - 30% [ ]
- 5.6. >30% [ ]
- 5.7. Sin dato [ ]
9. *¿La producción agrícola es su principal actividad económica?*
- 9.1. SI [ ]
- 9.2. NO [ ]
10. *¿Qué otra actividad económica ejerce?*
- 10.1. Mantenimiento en Parque [ ]
- 10.2. Seguridad en Parque [ ]
- 10.3. Plomería [ ]
- 10.4. Electricista [ ]
- 10.5. Construcción [ ]
- 10.6. Carpintería [ ]
- 10.7. Cooperativa [ ]
- 10.8. Crianza pecuaria [ ]
- 10.9. Vendedor [ ]
- 10.10. Educación [ ]
- 10.11. Otro \_\_\_\_\_ [ ]
11. *Fuente energética utilizada para cocinar*
- 11.1. Leña en poyetón [ ]
- 11.2. Leña en estufa ahorradora [ ]
- 11.3. Estufa de gas [ ]
- 11.4. Estufa eléctrica [ ]
12. *Nivel de intensificación tecnológica*
- 12.1. Manual [ ]
- 12.2. Mecánica [ ]
13. *Tecnología agrícola*
- 13.1. Cobertura de suelos [ ]
- 13.2. Composteras [ ]
- 13.3. Lombricompost [ ]
- 13.4. Bocashi [ ]
- 13.5. Labranza [ ]
- 13.5.1. Labranza con herramientas [ ]
- 13.5.2. Labranza mecanizada con arado y/o rastra [ ]
- 13.5.3. Labranza con rotovator [ ]
- 13.6. Trabajos de topografía [ ]
- 13.6.1. Curvas a nivel [ ]
- 13.6.2. Terrazas [ ]
- 13.7. Riego [ ]
- 13.7.1. Inundación [ ]
- 13.7.2. Aspersión [ ]
- 13.7.3. Micro aspersión [ ]
- 13.7.4. Goteo [ ]
- 13.7.5. Manual [ ]
- 13.7.6. Por adhesión [ ]
- 13.8. Cobertura [ ]
- 13.8.1. Mulch [ ]
- 13.8.2. Micro túnel [ ]
- 13.8.3. Macro túnel [ ]
- 13.8.4. Casa malla [ ]
- 13.8.5. Invernadero [ ]
14. *Articulación con los mercados*
- 14.1. Mercado [ ]
- 14.1.1. Estatal [ ]
- 14.1.2. Nacional [ ]
- 14.1.3. Internacional [ ]
- 14.1.4. Otro \_\_\_\_\_ [ ]
- 14.2. Consumidores [ ]
- 14.2.1. Walmart [ ]
- 14.2.2. Mercado Santa Lucía [ ]
- 14.2.3. Mercado Antigua [ ]
- 14.2.4. Santa Lucía [ ]
- 14.2.5. Antigua Guatemala [ ]
- 14.2.6. Ciudad capital [ ]
- 14.2.7. Cooperativas [ ]
- 14.2.8. Tiendas y/o Café [ ]
- 14.2.9. Hoteles y/o Restaurantes [ ]
- 14.2.10. Ferias comerciales [ ]
- 14.2.11. Otro \_\_\_\_\_ [ ]
- 14.2.12. Sin dato [ ]
15. *Transformación de productos*
- 15.1. Ninguna [ ]
- 15.2. Lavado, empaque [ ]
- 15.3. Paquetes diversos [ ]
- 15.4. Elaboración de alimentos [ ]
- 15.5. Productos cosméticos [ ]
- 15.6. Productos medicinales [ ]
16. *Calidad de productos*
- 16.1. Primera calidad [ ]
- 16.2. Segunda calidad [ ]
- 16.3. Tercera calidad [ ]
- 16.4. Sin dato [ ]
- 16.5. Otra \_\_\_\_\_ [ ]

**BIOFISICO AMBIENTAL****1. Recurso suelo****1.1. Conservación de suelos**

- 1.1.1. Ninguna [ ]
- 1.1.2. Curvas a nivel [ ]
- 1.1.3. Barreras vivas [ ]
- 1.1.4. Barreras muertas [ ]
- 1.1.5. Terrazas [ ]
- 1.1.6. Zanjas de infiltración [ ]
- 1.1.7. Cobertura vegetal [ ]
- 1.1.8. Incorporación de M.O. [ ]
- 1.1.9. Asocio de cultivos [ ]
- 1.1.10. Cortinas rompe vientos [ ]
- 1.1.11. Otro \_\_\_\_\_ [ ]

**1.2. Fertilización**

- 1.1.1. Ninguna [ ]
- 1.1.2. Química [ ]
- 1.1.3. Orgánica [ ]
  - 1.1.3.1. Gallinaza [ ]
  - 1.1.3.2. Bovinaza [ ]
  - 1.1.3.3. Composta [ ]
  - 1.1.3.4. Lombricompost [ ]
  - 1.1.3.5. Bocashi [ ]
  - 1.1.3.6. Abonos verdes [ ]
  - 1.1.3.7. Otro \_\_\_\_\_ [ ]

**1.3. Pérdida perceptible de suelo por erosión**

- 1.3.1. Baja, no se observa [ ]
- 1.3.2. Moderada, arrastre superficial por agua [ ]
- 1.3.3. Alta, deslizamientos y corrientes superficiales [ ]

**2. Agua****2.1. Fuentes de agua**

- 2.1.1. Solo lluvia [ ]
- 2.1.2. Nacimiento [ ]
- 2.1.3. Río [ ]
- 2.1.4. Municipal [ ]
- 2.1.5. Sin dato [ ]

**2.2. Manejo de aguas residuales**

- 2.2.1. A flor del suelo [ ]
- 2.2.2. Fosa séptica [ ]
- 2.2.3. Riego para cultivos [ ]
- 2.2.4. Pozo de absorción [ ]
- 2.2.5. Otro \_\_\_\_\_ [ ]

**3. Desechos sólidos****3.1. Manejo de desechos biodegradables**

- 3.1.1. Quema [ ]
- 3.1.2. Entierro [ ]
- 3.1.3. Acumulación [ ]
- 3.1.4. Abonera [ ]
- 3.1.5. Lombricompost [ ]
- 3.1.6. Recolección municipal [ ]

**3.2. Manejo de desechos no biodegradables**

- 3.2.1. Quema [ ]
- 3.2.2. Entierro [ ]
- 3.2.3. Acumulación [ ]
- 3.2.4. Recolección municipal [ ]
- 3.2.5. Reciclaje [ ]

**4. Manejo de arvenses****4.1. Preventivos**

- 4.1.1. Ninguno [ ]
- 4.1.2. Quema [ ]
- 4.1.3. Solarización [ ]
- 4.1.4. Acolchado [ ]
- 4.1.5. Rotación de cultivos [ ]
- 4.1.6. Cultivos de cobertura [ ]
- 4.1.7. Labranza [ ]
- 4.1.8. Otro \_\_\_\_\_ [ ]

**4.2. Cultural**

- 4.2.1. Ninguno [ ]
- 4.2.2. Cultivos intercalados [ ]
- 4.2.3. Aporque [ ]
- 4.2.4. Otro \_\_\_\_\_ [ ]

**4.3. Manual o mecánico**

- 4.3.1. Ninguno [ ]
- 4.3.2. Deshierbe manual [ ]
- 4.3.3. Deshierbe con herramientas [ ]

**4.4. Químico**

- 4.4.1. Ninguno [ ]
- 4.4.2. Preemergente [ ]
- 4.4.3. Postemergente [ ]

**5. Manejo de plagas y enfermedades****5.1. Cultural**

- 5.1.1. Ninguno [ ]
- 5.1.2. Fechas de siembra [ ]
- 5.1.3. Rotación de cultivos [ ]
- 5.1.4. Eliminar hospedantes [ ]
- 5.1.5. Eliminar plantas enfermas [ ]
- 5.1.6. Plantas repelentes [ ]
- 5.1.7. Otro \_\_\_\_\_ [ ]

- 5.2. Etológico
  - 5.2.1. Ninguno [ ]
  - 5.2.2. Trampas pegajosas [ ]
  - 5.2.3. Trampas con agua [ ]
  - 5.2.4. Otro\_\_\_\_\_
- 5.3. Biológico
  - 5.3.1. Ninguno [ ]
  - 5.3.2. Predadores [ ]
  - 5.3.3. Hongos [ ]
  - 5.3.4. Bacterias [ ]
- 5.4. Tratamiento con productos vegetales [ ]
- 5.5. Tratamiento con productos minerales [ ]
- 5.6. Químico [ ]



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS  
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 16/2023

LA TESIS TITULADA:

“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE  
LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA FINCA  
MUNICIPAL FLORENCIA Y DEL HUERTO  
CHIKACH EN EL DEPARTAMENTO DE  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.”

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

ELDER RENÉ VALLE GAITÁN

CARNE:

201610716

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Dra. Ligia Maribel Monterroso  
Dr. José Pablo Prado Córdova  
Ing. Agr. Hermógenes Castillo

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Dr. José Pablo Prado Córdova  
A S E S O R

Ing. Agr. Hermógenes Castillo  
A S E S O R

Dr. José Vicente Martínez Arévalo  
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E

Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona  
D E C A N O



JVMA/nm  
c.c. Archivo