

**EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS
INCORPORANDO INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA SABANA DE
BOGOTÁ**

**MARTHA VIVIANA VARELA PÉREZ
905019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES
BOGOTÁ D.C.
2010**

**EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS
INCORPORANDO INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN LA SABANA DE
BOGOTÁ**

**MARTHA VIVIANA VARELA PÉREZ
905019**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de magister en ambiente y
desarrollo**

**Director
TOMÁS ENRIQUE LEÓN SICARD**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
INSTITUTO DE ESTUDIOS AMBIENTALES
BOGOTÁ D.C.
2010**

TITULO EN ESPAÑOL:

Evaluación de Sistemas de Producción Agroecológicos incorporando indicadores de sostenibilidad en la sabana de Bogotá

TITULO EN INGLÉS:

Evaluation of Agroecological Production Systems incorporating sustainability indicators into the savannah of Bogotá

RESUMEN EN ESPAÑOL:

Se realizó la evaluación de sostenibilidad en las fincas ecológicas certificadas de la sabana de Bogotá, mediante el análisis y ajuste metodológico de diferentes trabajos de investigación realizados tanto en América Latina como en Colombia. Este trabajo se desarrolló en tres fases: 1. Caracterización de los sistemas en sus aspectos físico – bióticos, socioeconómicos y tecnológicos, con base en información primaria y secundaria y desarrollo del SIG. 2. Tipificación y selección de fincas mediante indicadores ambientales, utilizando el método del vecino más cercano y 3. Evaluación de sostenibilidad, aplicando indicadores desarrollados en forma participativa con los agricultores. En total se caracterizaron 29 fincas ubicadas en 15 municipios al norte de la sabana, distribuidas en tres pisos térmicos (48.2% en frío húmedo transicional seco), en su mayoría productoras de hortalizas (35%), con diversos estilos, prácticas y tecnologías orientados al mantenimiento de la biodiversidad y fertilidad edáficas, protección a cultivos y desarrollo de mecanismos de resistencia. Los agricultores ecológicos son en su mayoría profesionales (72.41%), propietarios de finca y con residencia en Bogotá, cuyos ingresos no dependen totalmente de esta actividad. En la tipificación, se obtuvieron tres dendrogramas con 18 clusters, de los cuales se evaluaron 10 fincas con base en los indicadores, obteniendo valores entre 8.39 y 9.13 (sostenibilidad alta), 6.30 y 7.00 (sostenibilidad media) y 4.35 y 5.35 (sostenibilidad baja). Los criterios que explican estos resultados son manejo de agrobiodiversidad, heterogeneidad estructural, calidad de suelo, conservación de recursos naturales, rescate de conocimiento tradicional, asociatividad, liderazgo y sostenibilidad económica.

RESUMEN EN INGLÉS:

We evaluated sustainability certified organic farms in the Bogota region, through analysis and adjustment of different methodological research work done both in Latin America and Colombia. This work was conducted in three stages: 1. Characterization of the systems in their physical aspects - biotic, socioeconomic and technological, based on primary and secondary information and GIS development.. 2. Characterization and selection of farms using environmental indicators, using the nearest neighbor method and 3. Evaluation of sustainability, using indicators developed in a participatory manner with farmers. In total 29 farms were characterized in 15 municipalities located north of Savannah, located in three climatic zones (48.2% in cold wet dry transitional), mostly producing vegetables (35%), with different styles, practices and technologies aimed the maintenance of biodiversity and soil fertility, crop protection and development of resistance mechanisms. Organic farmers are mostly professionals (72.41%), property owners and resident of Bogota, whose income does not depend entirely on this activity. On offense, included three dendrograms with 18 clusters, of which 10 farms were evaluated based on indicators, obtaining values between 8.39 and 9.13 (high sustainability), 6.30 and 7.00 (sustainability mean) and 4.35 and 5.35 (low sustainability). The criteria that underlie these results are agrobiodiversity management, structural heterogeneity, soil quality, natural resource conservation, recovery of traditional knowledge, partnerships, leadership and economic sustainability.

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL:

Agroecología, Indicadores, Sostenibilidad.

TRADUCCIÓN AL INGLÉS DE LOS DESCRIPTORES:

Agroecology, Indicators, Sustainability

FIRMA DEL DIRECTOR

Nombres completos de los autores y año de nacimiento:

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS	13
1.1. ESTILOS DE AGRICULTURA ECOLÓGICA.....	14
1.2. AGRICULTURA ORGÁNICA – BIOLÓGICA	15
1.2.1. Agricultura biodinámica	16
1.2.2. Agricultura natural	16
1.2.3. Permacultura o agricultura permanente	17
1.2.4. Caracterización de los sistemas de producción agrícola.....	17
1.2.5. Tipificación de sistemas de producción agrícola	18
1.3. SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS	19
1.3.1. Evaluaciones de sostenibilidad	20
1.4. METODOLOGÍA.....	21
1.4.1. Primera Fase: Caracterización de sistemas agroecológicos.....	21
1.4.2. Segunda Fase: Tipificación y selección de fincas con base en indicadores ambientales.	22
1.4.3. Tercera Fase: Evaluación de sostenibilidad de los sistemas PAE	23
1.5. RESULTADOS	23
1.5.1. Caracterización biofísica de los sistemas PAE de la sabana de Bogotá	23
1.5.2. Caracterización socioeconómica de los sistemas PAE de la sabana de Bogotá.	35
1.5.3. Diferenciación de tipologías en sistemas PAE para la sabana de Bogotá	37
1.5.4. Fincas con alta sostenibilidad	42
1.5.5. Fincas de sostenibilidad media	46

1.5.6. Fincas de sostenibilidad baja	50
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA.....	56
ANEXOS	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Municipios sabana norte y ubicación de las fincas agroecológicas certificadas en los tres pisos térmicos encontrados.....	25
Figura 2. Ubicación de las fincas ecológicas de acuerdo a zonas de vida.	29
Figura 3. Distribución por tipos productivos en las fincas ecológicas de la sabana de Bogotá.	31
Figura 4. Distribución de prácticas utilizadas en los sistemas PAE.	33
Figura 5. Dendrograma de las fincas agroecológicas en función de variables de tipo físico biótico, tecnológico y socioeconómico.....	37
Figura 6. Figura 6. Dendrograma de fincas agroecológicas en función de las variables físico – bióticas.	38
Figura 7. Figura 7. Dendrograma de fincas agroecológicas en función de variables tecnológicas y socio – económicas.....	39
Figura 8. Figura 8. Dispersión de valores promedio de sostenibilidad en fincas agroecológicas con respecto a la línea media (umbral de sostenibilidad).	42
Figura 9. Figura 9. Gráfico de sostenibilidad de la finca cuatro vientos.	44
Figura 10. Figura 10. Gráfico de sostenibilidad de la finca San Luis.	46
Figura 11. Figura 11. Gráfico de sostenibilidad de la finca Montecano.....	48
Figura 12. Figura 12. Gráfico de sostenibilidad de la finca Villa Leovi.	50
Figura 13. Figura 13. Gráfico de sostenibilidad de la finca Rancho Ramírez.	51
Figura 14. Figura 14. Gráfico de sostenibilidad de la finca Hacienda La Santa María.....	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Agrupación de las fincas agroecológicas estudiadas en el sector norte de la sabana de Bogotá, por condiciones biofísicas.	26
Tabla 2. Agrupación de las fincas agroecológicas estudiadas en el sector norte de la sabana de Bogotá, por zonas de vida.	30
Tabla 3. Tecnologías aplicadas y su enfoque en las fincas ecológicas estudiadas.	32
Tabla 4. Algunas características socioeconómicas de los productores agroecológicos en la zona de estudio.	36
Tabla 5. Tabla 5. Fincas de producción agroecológica de la sabana de Bogota seleccionadas para evaluación de sostenibilidad.	40
Tabla 6. Tabla 6. Valores de cada indicador obtenidos en la evaluación de sostenibilidad por finca.	41

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: ANEXO 1. EVALUACIÓN RÁPIDA DE SOSTENIBILIDAD FINCAS AGROECOLÓGICAS SABANA DE BOGOTÁ.....	61
ANEXO 2ANEXO 2. HORTALIZAS	67
ANEXO 3. DIVERSIDAD IN SITU.....	68

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción ecológicos de la sabana de Bogotá se enmarcan en el Programa Nacional de Agricultura Ecológica (PNAE) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), con una normatividad establecida (Res. 0187 de 2006 del MADR) y varios actores involucrados (agricultores, organismos de certificación, entidades gubernamentales y no gubernamentales). Alrededor de ésta actividad, se han realizado diferentes estudios que identifican las relaciones entre los sistemas de producción agrícola ecológica y conservación y uso sostenible de la diversidad biológica CORPOICA – IAVH (2005), los que tratan el tema de inserción de esta actividad en el campo ocupacional (SENA, 2008) junto con análisis de mercado tanto a nivel nacional como internacional (MADR, 2007). Sin embargo, es poco el conocimiento en relación a las características de los sistemas de producción ecológicos y su desempeño en el marco de la sostenibilidad.

En este contexto, este trabajo pretende caracterizar los sistemas de producción ecológicos representativos en la sabana de Bogotá desde el punto de vista de su sostenibilidad, a través de los siguientes objetivos específicos: 1. Establecer las características que describen el funcionamiento de los sistemas de producción ecológicos en la zona de estudio, a nivel de los aspectos físico - bióticos, tecnológicos y socioeconómicos. 2. Diferenciar tipologías de sistemas de producción ecológica para la sabana de Bogotá; 3. Identificar variables e indicadores susceptibles de valorar la sostenibilidad de los sistemas tipificados; 4. Analizar los sistemas de producción ecológica más representativos desde el punto de vista de su sostenibilidad.

Este trabajo estuvo limitado principalmente por el acceso a la información sobre agricultores ecológicos certificados en el área, que reposa en las empresas certificadoras las cuales, por razones de orden administrativo generan restricción de acceso. Por ello, es posible que el espectro de agricultores ecológicos de la zona sea mayor que el número de productores y fincas estudiadas. Otra limitación reside en la relativa resistencia de los agricultores a participar en el estudio, como resultado de la competencia establecida por el acceso a mercados ecológicos, cuyo éxito en ocasiones se identifica con la posesión de información.

Finalmente, este trabajo hace parte del Programa de Estudios Ambientales Agrarios del IDEA, que tiene como propósito fundamental establecer una escuela de pensamiento alrededor de la teoría y la práctica de la agricultura ecológica y que requiere en primera instancia, información confiable sobre las características generales de los productores ecológicos, en relación tanto con sus particularidades culturales como con sus entornos ecosistémicos.

1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

Según Altieri (2001), los agroecosistemas son comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico, el cual ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustibles y otros productos para el consumo y procesamiento humano. Desde el enfoque de la agroecología, estos sistemas son estudiados de forma holística incluyendo elementos ecosistémicos en los cuales son de vital importancia la forma, dinámica y función de las interrelaciones así como los procesos al interior y exterior de tales sistemas productivos.

Los sistemas de producción agroecológicos operan bajo unos principios generales y son vistos como sistemas complejos en los cuales el objetivo es promover, desde el inicio y mediante diseños apropiados, procesos ecológicos tales como: ciclaje de nutrientes, interacciones predador – presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Además, por supuesto de los propósitos generales de producción, equidad y sostenibilidad.

El diseño de tales sistemas está basado en la aplicación de los siguientes principios ecológicos (Reinjtjes *et al.*, 1992):

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- Asegurar condiciones de suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y manejo de suelo a través del aumento en la cobertura.
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en tiempo y espacio.
- Aumentar las interacciones biológicas y sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

El objetivo último del diseño agroecológico es integrar los componentes ecosistémicos y culturales para aumentar la eficiencia biológica general, preservar la biodiversidad y lograr mejores niveles de vida de la producción incluyendo productores y consumidores, manteniendo la capacidad productiva y de autorregulación del agroecosistema. A escala de paisaje, el interés se centra en

diseñar una trama de agroecosistemas miméticos con la estructura y función de los ecosistemas naturales (Altieri, 2001).

1.1. ESTILOS DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

Varios autores asumen clasificaciones diferentes de los sistemas de producción agraria aceptando, por ejemplo que la agricultura ecológica pertenece al grupo de las agriculturas alternativas, entre las que se destacan además la agricultura biodinámica, permacultura, orgánica y natural, todas ellas surgidas como respuesta cultural a la revolución verde (León, 2007). En el límite, las clasificaciones resultan un tanto arbitrarias y, como lo propone Mejía (com. Per.¹): “existen tantas clases de agricultura como agricultores”.

De acuerdo a la definición propuesta por la Comisión del Codex Alimentarius (FAO), la agricultura ecológica "es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema".

En nuestro país, la denominación de producto ecológico abarca aquellos “ecológicos”, “biológicos” y / o “orgánicos”, derivados de sistemas agropecuarios, acuícolas y pesqueros primarios y productos procesados que sean dirigidos a la alimentación humana, obtenidos de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento de Producción Ecológica emitido por el MADR y que hayan sido certificados por un organismo de certificación acreditado ante el ministerio. La reglamentación de la Unión Europea (Reglamento 2092/91-Artículo 2) determina que para los hispano-parlantes, los productos conocidos como orgánicos deben llamarse ecológicos (MADR, 2007).

Adicionalmente, la Agricultura Ecológica es una forma de manejo de los recursos naturales alternativa a la agricultura convencional, lo cual da lugar a un sistema de producción de alimentos y fibra cuya finalidad es lograr:

Mayor incorporación de los procesos naturales (ciclo de nutrientes, fijación de nitrógeno, interacciones predador – presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales) en el proceso de producción agrícola.

¹ Mario Mejía. Agrónomo y agricultor – consultor independiente.

Reducción del uso de insumos con mayor potencial de perjudicar el ambiente y la salud tanto de agricultores como de consumidores y de otros seres vivos.

Incrementar el uso productivo del potencial biológico y genético de las especies de plantas y animales.

Asegurar la sostenibilidad de los actuales niveles de producción adecuando el modelo y potencial productivo a las limitaciones físicas del entorno.

Eficiencia productiva enfatizando en el mejor manejo y conservación de suelo, agua, energía y recursos biológicos.

En ese orden de ideas, la Agricultura Ecológica se podría definir como el conjunto de prácticas agrícolas conservadoras de los recursos naturales, para enfrentar la crisis ecológica rechazando el uso de productos químicos de síntesis y OGMs (Organismos Genéticamente Modificados).

1.2. AGRICULTURA ORGÁNICA – BIOLÓGICA

Surge principalmente en el Reino Unido. Su precursor, Sir Albert Howard, en su obra central “testamento agrícola” publicada en 1940, recoge la preocupación por la degradación del suelo ante la intensificación en la producción agraria dada la Revolución Industrial en esa época. El principal aporte de la publicación, radica en el compostaje de residuos orgánicos y su utilización para restaurar y mantener la fertilidad del suelo (método Indore) (Guzmán, *et al.*, 2000).

Según esta corriente, se considera la salud del suelo como la base de la salud de las plantas, animales y del ser humano, lo cual se pretende lograr mediante la sustitución de insumos químicos por aquellos de origen natural. Algunas ventajas son: menor impacto por contaminación en la utilización de plaguicidas naturales (ej: piretrinas de origen natural vs. piretroides de origen sintético) y estabilidad y lenta liberación de nutrientes de abonos orgánicos incorporados al suelo (estiércol maduro, compost, entre otros). Por otra parte, se presentan desventajas en la dependencia de insumos de origen externo al sistema de producción, el uso indiscriminado de productos específicos y poco selectivos que provocan daños en el entorno, como es el caso del uso de la nicotina o rotenona que afecta negativamente la fauna benéfica, o el uso indiscriminado de *Bacillus thuringiensis* asociado a la aparición de resistencia (Stone *et al.*, 1989).

Por tales razones, la sostenibilidad del agroecosistema sigue siendo baja, ya que no se desarrollan mecanismos de autorregulación del sistema (alta biodiversidad, infraestructura ecológica y setos) ni conservación de los recursos (agua y suelo).

Así mismo, como lo mencionan Guzmán, *et al.* (2000), el hecho que la agricultura orgánica avance bajo el esquema de sustitución de insumos no es casual, ya que se enfoca hacia el consumidor de alto poder adquisitivo, conciente de los problemas de salud asociados al consumo de alimentos derivados de la agricultura convencional, lo cual está ligado al sobre precio de los productos orgánicos.

Siendo un modelo basado en la sustitución de insumos, se dejan de lado mecanismos que promueven la sostenibilidad del sistema (promoción de biodiversidad, diseño del sistema, gestión de recursos naturales, entre otros).

1.2.1. Agricultura biodinámica

Basada en las enseñanzas de Rudolf Steiner (1861), quien propuso prácticas agrícolas enfocadas a evitar la degeneración de los alimentos en su calidad nutricional y en armonía con el cosmos. Es de gran importancia el concepto de “organismo – granja” el cual posee capacidad de autorregulación, crecimiento, desarrollo y reproducción, con órganos que realizan funciones distintas e interdependientes. Según Steiner el organismo – granja está conformado por tres partes: el hombre, el polo suelo y el polo cosmos, los cuales deben estar en equilibrio y sus influencias deben ser potenciadas, para lo cual se utilizan preparados específicos que se aplican al suelo o a la planta en cantidades muy pequeñas, pero potenciadoras de influencias positivas (Guzmán, *et al.*, 2000). Dichos extractos son tan diluidos que su efecto es análogo al de la medicina homeopática (Oelhaf, 1978).

Steiner consideró que todo lo que se introduce en el predio desde fuera (fertilizantes, estiércol) es un remedio para una finca que está enferma. También se da particular énfasis a la influencia de los ritmos cósmicos y constelaciones sobre la agricultura, utilizándolos como referencia para realizar los calendarios de siembra y labores agrícolas.

Esta cosmovisión moderna, junto con la concepción de que en la naturaleza todo se halla en mutua interacción y la visión de la finca como un organismo, enmarcan a la Agricultura Biodinámica en una visión holística de los sistemas agrícolas caracterizados por una gran autosuficiencia e integración agrícola – ganadera – forestal (Guzmán, *et al.*, 2000).

1.2.2. Agricultura natural

Estilo creado y difundido por el japonés Masanobu Fukuoka en 1978, cuando publicó *The One – Straw Revolution. An Introduction to Natural Farming*. Mantiene la visión holística y su postura contraria al atomismo, la causalidad y los intentos que hace el hombre por entender la naturaleza de manera objetiva y restaurarla.

Para Fukuoka, el hombre es parte de la naturaleza, a la que no puede entender, por lo tanto debe asumir una actitud de mínima intervención, para no alterar su equilibrio y de esa forma aprovechar su funcionamiento. La idea es ahorrarse trabajo permitiendo que la naturaleza realice su labor, mediante prácticas tales como la siembra directa sin labranza. Sin embargo, no se trata del abandono sino de minimizar la intervención del agricultor, en actividades de siembra y recolección. Por lo tanto, este tipo de agricultura se basa en el respeto e imitación de la naturaleza y mínima intervención humana a través de cinco principios de manejo: no labrar, no emplear fertilizantes, no plaguicidas, no escardar (química, mecánica o manualmente) y no podar (Guzmán, *et al.*, 2000).

1.2.3. Permacultura o agricultura permanente

Surgió en Australia, formulado por Bill Mollison, influenciado por la filosofía de Fukuoka, para dar respuesta a dos fenómenos de las sociedades urbanas industrializadas, de una parte la dependencia alimentaria de las ciudades con respecto a las rurales ligado al alto consumo energético de fuentes no renovables, y por otra, a la migración de las ciudades hacia el campo. Por tal razón, la permacultura se enfoca en el diseño de sistemas de producción agrícola integrados tanto en las ciudades, como en las zonas marginales en las cuales los grupos sociales se caracterizan por su dedicación parcial a la agricultura con fines de autosuficiencia.

Este tipo de agricultura está enfocado principalmente a zonas degradadas y al diseño de sistemas integrados de alta biodiversidad, en los cuales juegan un papel importante las especies vegetales y animales desde el punto de vista de su autopropagación.

Los puntos clave de este tipo de agricultura son: reducción del consumo de energía no renovable, maximizando la generación y conservación de energía al interior del sistema; autosuficiencia regional; estabilidad del sistema mediante el adecuado manejo del agua, control de fuego, viento y temperaturas extremas. Así mismo, es clave tener en cuenta las funciones que desempeñará cada elemento del sistema, su interrelación, el ahorro de energía, reducción al mínimo de esfuerzo humano trabajando con la naturaleza (Guzmán, *et al.*, 2000).

1.2.4. Caracterización de los sistemas de producción agrícola

En Colombia se han realizado estudios de identificación y caracterización de sistemas de producción agrícola convencional, bajo el esquema extensionista orientado principalmente a la transferencia de conocimiento y tecnología en sistemas de producción agropecuarios, (Villota y Rodríguez, 1993). En los cuales se referencia a los sistemas de producción agropecuaria como subconjuntos de los sistemas ecológicos. De la misma manera se trata el diseño de cultivos y

animales en tiempo y espacio, con el fin de maximizar los productos y beneficios agrícolas, forestales o animales.

Así mismo, Duarte, *et al.*, (1996) desarrollaron una propuesta metodológica de los sistemas de producción, con el objeto de analizar sus problemáticas y potencialidades con la intención de integrar sus componentes incluyendo al hombre. Sin embargo, dicha metodología se restringe al servicio de asistencia técnica agropecuaria, en el cual los técnicos y extensionistas proponen el desarrollo de sistemas alternativos y mejorados, con base en la caracterización, para su posterior adopción por parte de los productores, dejando de lado las relaciones sociedad – naturaleza, inherentes al desarrollo de sistemas agropecuarios sostenibles.

1.2.5. Tipificación de sistemas de producción agrícola

La Tipificación ha sido definida por Rodríguez y Carvajal (1996) como un método que busca identificar la diversidad de sistemas de producción mediante el ordenamiento o clasificación de la realidad.

Puesto que cada sistema o unidad productiva se diferencia tanto en estructura como en función, estas dos características determinarán entonces las relaciones de homogeneidad o heterogeneidad entre los sistemas PAE. Por lo tanto es posible establecer *tipologías de sistemas de producción agroecológica*.

La tipificación define cuáles son los factores y variables que determinan en mayor grado la diversidad existente, si son de tipo físico, biótico, socioeconómico o combinaciones de ellas y el nivel jerárquico en que se presentan. De esta manera es posible establecer las características de homogeneidad que definen un grupo de unidades de producción.

A su vez, teniendo en cuenta la necesidad de conocer las circunstancias de los agricultores, como factor clave en los procesos de investigación y transferencia de tecnología, se hace indispensable identificar tipos o clases de unidades de producción.

Las técnicas de tipificación y clasificación de sistemas de finca, se utilizan con el propósito de orientar líneas estratégicas de investigación, política sectorial y promoción al desarrollo sostenible en respuesta a las necesidades de los agricultores. Por tal razón, es necesario determinar métodos de clasificación multidimensional en sistemas PAE, que consideren tanto las variables inherentes a los sistemas productivos, como aquellas de carácter externo que ejercen influencia de forma indirecta en el desarrollo y sostenibilidad a largo plazo de los sistemas PAE.

Desde hace varias décadas se ha venido desarrollando metodologías para la tipificación de sistemas productivos agrarios, orientadas principalmente a la extensión y transferencia de tecnología por parte de diversas instituciones, entre ellas el RIMISP (Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción) y CORPOICA, de las cuales se han extraído valiosas experiencias sobre sus aplicaciones en materia de aporte al conocimiento de la dinámica de desarrollo agrícola de una región, analizando las relaciones entre los tipos de fincas y entre estas y su entorno (socioeconómico, fisicobiológico). Los estudios de clasificación también se han empleado para gestionar proyectos concretos de investigación y desarrollo, de tal manera que permitan seleccionar grupos objetivo y fincas representativas, entre otras (Escobar y Berdegué, 1990). Sin embargo, cabe resaltar que no existe un único sistema de clasificación válido para todas las circunstancias. Por lo tanto es necesario que, de acuerdo con los objetivos de la investigación se incluyan los criterios de tipificación que describan mejor las realidades en los sistemas de finca.

Estos métodos de clasificación pueden ser univariados o multivariados. Los últimos son más utilizados debido a la incorporación del enfoque sistémico, relacionando variables del sistema finca con su entorno circundante. De esta forma es posible asociar distintas variables con un mismo fenómeno. Shaner (1982), desarrolló criterios basados en un número limitado de indicadores con base en información climática y suelos, para clasificar fincas de acuerdo al área y agricultores.

1.3. SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS AGRÍCOLAS

Galván – Miyoshi *et al.*, (2008) señalan la necesidad de evaluar los sistemas de manejo de recursos naturales (SMRN) en términos sociales, económicos y ambientales, con el fin de hacer operativo el concepto de sostenibilidad hacia recomendaciones prácticas que permitan mejorar los sistemas productivos.

Aunque son múltiples las definiciones de sostenibilidad, estas dependen del sistema de valores, considerando que existe multiplicidad de perspectivas válidas para su definición y análisis (Giampietro, 2004). Por este motivo, la sostenibilidad debe definirse localmente, teniendo en cuenta la diversidad sociocultural y ambiental. Al mismo tiempo, al tratarse de un concepto dinámico es importante la articulación de las escalas temporales, espaciales e institucionales. Por tal razón, internalizar el concepto de sostenibilidad en el diseño y difusión de SMRN implica trabajar con perspectivas de largo plazo (Galván – Miyoshi *et al.*, 2008).

Para hacer operativo este concepto, es necesario establecer una serie de principios o atributos generales de los sistemas de manejo sostenibles. Algunos autores (López – Ridaura *et al.*, 2002) han propuesto atributos tales como: equidad, productividad, resiliencia y confiabilidad entre otros.

Dada la necesidad creciente de desarrollo de metodologías para evaluar los SMRN entre ellos los agrícolas, se han desarrollado indicadores como elementos centrales en los esfuerzos por llevar a la práctica el concepto de sostenibilidad. Sin embargo la selección de indicadores y su aplicación en diversos contextos no es un paso fácil. Por lo tanto, varios investigadores han dirigido sus esfuerzos a proporcionar estrategias de evaluación de la sostenibilidad en tres grupos:

Listas de Indicadores
Determinación de Indices
Marcos de Evaluación

1.3.1. Evaluaciones de sostenibilidad

Los trabajos realizados para evaluar la sostenibilidad de sistemas de producción ecológica, van desde el desarrollo de metodologías sencillas y aplicables por los agricultores en el campo (Altieri y Nicholls, 2002), hasta aquellas más complejas en cuanto a la selección, transformación y agregación de indicadores económicos, ambientales y sociales (López – Ridaura, *et al.*, 2002); estudios de caso en agroecosistemas de papa basados en relaciones causa – efecto (Leiva y Villalobos, 2007) y evaluaciones incorporando indicadores de calidad ambiental en sistemas de producción orgánicos (Escobar y Espinosa, 2002).

En el primer caso, Altieri y Nicholls (2002) propusieron una metodología para evaluar la sostenibilidad de cafetales en Turrialba (Costa Rica), usando indicadores cualitativos para el diagnóstico de la calidad del suelo y salud del cultivo en campo con participación de los agricultores, con el objeto de determinar conjuntamente el estado agroecológico de la plantación. La sostenibilidad es definida por ellos como un conjunto de requisitos agroecológicos que deben ser satisfechos por cualquier finca, independiente de las diferencias en manejo, nivel económico o posición en el paisaje. No obstante, dicha evaluación de sostenibilidad solamente considera los factores bióticos mencionados, dejando de lado aspectos socio – económicos y tecnológicos claves en la sostenibilidad agroecológica de los sistemas productivos.

Por otra parte, la metodología de trabajo MESMIS definida como el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sostenibilidad (López – Ridaura *et al.*, 2002), aporta un carácter flexible, sistémico, participativo e interdisciplinar, a las evaluaciones de sostenibilidad. Aplicada a sistemas de producción agropecuarios en más de 20 estudios de caso en México y otros países de Latinoamérica (Perú, Brasil y Bolivia), busca hacer operativo el concepto de sostenibilidad en un ciclo de seis pasos, cuyos tres primeros están dedicados a la caracterización de los sistemas, identificación de puntos críticos y selección de indicadores específicos para las dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica) y en los últimos tres pasos, se integra la información obtenida a través de la medición de los indicadores mediante técnicas de carácter tanto

cualitativo como cuantitativo y análisis multicriterio, para obtener un juicio de valor acerca de los sistemas de manejo de recursos, con el objeto de proporcionar sugerencias y conocimiento dirigidos a la mejora de su perfil socio-ambiental (López-Ridaura, *et al.*, 2002).

La evaluación de sostenibilidad de sistemas agrícolas de clima frío en papa desarrollada por Leiva y Villalobos (2007), muestra los resultados de un estudio sobre calidad del suelo en el agro ecosistema de papa, para determinar criterios e indicadores que permitan evaluar, desde los puntos de vista morfológico, físico y químico, la calidad de suelos derivados de ceniza volcánica en la Cordillera Oriental Andina colombiana, con un enfoque basado en la relación causa – efecto (Modelo Presión Estado Respuesta, P – E – R). Adicionalmente, proponen una metodología participativa, para evaluar la sostenibilidad socio – económica del sistema finca – hogar, bajo el concepto de calidad de vida.

En la propuesta Metodológica de Evaluación de Sostenibilidad en Sistemas de producción Orgánicos (MESSO), Escobar y Espinosa (2002) buscan evaluar y monitorear el efecto de la agricultura orgánica sobre componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, con el fin de mejorar e incrementar estos sistemas. La propuesta utilizó elementos de la teoría general de sistemas para describir los sistemas orgánicos y elaboró una matriz ideal con componentes y prácticas básicas para calificar impactos positivos y negativos de las prácticas sobre los componentes e indicadores de calidad ambiental.

1.4. METODOLOGÍA

Este trabajo siguió una metodología que integra los principales lineamientos conceptuales del MESMIS con los procedimientos de evaluación rápida de sostenibilidad de Altieri y Nicholls. En este sentido, se desarrollaron tres fases que involucran: caracterización de los sistemas desde el punto de vista de sus componentes físicos, bióticos, sociales y tecnológicos; tipificación y selección de fincas con base en indicadores ambientales.

1.4.1. Primera Fase: Caracterización de sistemas agroecológicos

Se realizó la consulta de información relativa a las fincas ecológicas certificadas, tanto en fuentes secundarias como primarias, estableciendo contactos con: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, organismos de certificación (Corporación Colombia Internacional y ECOCERT), agricultores ecológicos y tiendas orgánicas, con el fin de obtener los listados de productores, ubicación, productos ecológicos y datos de contacto.

Con base en la información obtenida, se desarrolló un Sistema de Información Geográfica (SIG), utilizando el software Arc GIS® versión 9.2, incluyendo cartografía digital de la zona de estudio con elevaciones según sistema de triangulación (TIN)²; layers con tipos de suelos; vías, zonas de vida (Holdridge, 1966) y cuerpos de agua. Con esta información se agruparon las fincas ecológicas identificadas por grupos de homogeneidad por piso térmico, relieve y suelos.

Una vez los agricultores manifestaron interés en participar en la investigación, accediendo a las visitas a sus fincas, se realizaron encuestas a fincas certificadas en producción ecológica. En cada visita se tomaron los puntos de georreferenciación con un GPS y se ubicaron en el SIG. El objetivo de las encuestas fue obtener información primaria relativa a la estructura (subsistemas productivos) y función (producción destinada al mercado – seguridad alimentaria) de las fincas en sus componentes físicos, bióticos, sociales, económicos y tecnológicos. La encuesta indagó por los siguientes aspectos: información general de los productores y su localización, área sembrada, composición de los sistemas productivos en subsistemas (agrícola, pecuario y forestal), productos y variedades en cada subsistema, prácticas utilizadas³, tecnologías utilizadas⁴, aspectos socioeconómicos (tenencia de la tierra, acceso a créditos, nivel educativo, asociaciones o productores individuales, relaciones entre inversiones y utilidades) y limitantes a nivel físico – biótico, socioeconómico y tecnológico.

1.4.2. Segunda Fase: Tipificación y selección de fincas con base en indicadores ambientales.

Obtenida la información relativa a la estructura y función de las fincas agroecológicas, se seleccionaron las variables que describen y marcan la diferencia entre los sistemas productivos, mediante clasificación multidimensional organizando las variables de manera jerárquica: físico bióticas (tipos productivos, piso térmico y tipos de suelo); tecnológicas y socioeconómicas.

Se utilizó el método de clasificación multivariado del vecino más cercano (Sparks, 1973), el cual calcula la cercanía entre fincas de acuerdo a las distancias cuadradas euclidianas, generando dendrogramas en los cuales es posible

² Se calcula el gradiente de pendiente y el aspecto considerando las relaciones entre valores vecinos, mediante una estructura de red triangulada (TIN).

³ Se refiere a acciones llevadas a cabo por los agricultores con el objeto de mantener la fertilidad edáfica, manejar la biodiversidad en tiempo y espacio y conservación de agua.

⁴ Se entiende por tecnología los procesos asociados a la producción de materiales de origen físico-químico y/o biológico.

diferenciar los grupos o clusters de fincas más similares. Para ello, se aplicó el software STATGRAPHICS®, estableciendo comparaciones de acuerdo a la naturaleza de las variables: 1. General: comparando todas las observaciones (29 fincas) incluyendo todas las variables. 2. Variables físico bióticas. 3. Variables tecnológicas y socioeconómicas.

1.4.3. Tercera Fase: Evaluación de sostenibilidad de los sistemas PAE

Con base tanto en la revisión de los antecedentes de las investigaciones realizadas en el tema, como en el análisis de puntos críticos o limitantes encontradas en los sistemas agroecológicos, se realizaron varias reuniones de expertos para seleccionar indicadores pertinentes de evaluación de la sostenibilidad a nivel multidimensional, incluyendo criterios de calidad de suelo, salud del cultivo, influencia del entorno, nivel de participación, grado de dependencia de la actividad, incorporación de mano de obra, equidad, relación costo – beneficio, nivel de formación en agricultura ecológica, intercambio de conocimiento, complejidad de tecnologías y autonomía (información proveniente de la encuesta).

Estos criterios de evaluación fueron aplicados a una muestra representativa de diez fincas ecológicas, seleccionadas al azar, a partir de los clusters obtenidos de la tipificación. Para realizar el ajuste de la evaluación con indicadores, se realizó una evaluación preliminar en dos fincas en la cuales se explicó y analizó cada indicador con los agricultores.

Cada indicador se estimó asignando un valor en escala de 1 – 10, siendo 1 el valor menor deseable, 5 el umbral y 10 el valor óptimo. Para cada finca se calculó el valor promedio de sostenibilidad, el cual se graficó con el objeto de visualizar las fincas que se encuentran más cercanas al óptimo, cuáles en el umbral y cuáles por debajo del nivel medio de sostenibilidad. Adicionalmente, con los valores obtenidos para cada indicador, se realizaron gráficos de sostenibilidad para comparar las fincas que muestran valores cercanos al óptimo, al umbral y por debajo de éste.

1.5. RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos propuestos y las metodologías aplicadas en el trabajo de investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

1.5.1. Caracterización biofísica de los sistemas PAE de la sabana de Bogotá

La mayoría de los sistemas PAE en la sabana de Bogotá (96.5%) están ubicados hacia la parte norte de la sabana, en 15 Municipios: Tenjo, Madrid, Facatativá,

Subachoque, La Vega, Chía, Tausa, Sopó, Tocancipá, Cajicá, La Calera, Guasca, Zipaquirá, Nemocón y Soacha.

En el SIG de las fincas agroecológicas se observa información relativa a tipo de suelo, piso térmico, coordenadas geográficas altura en m.s.n.m y zonas de vida para cada punto georreferenciado (Anexo 1). Las fincas de producción se agruparon en tres tipos de pisos térmicos (tabla 1): el primero de ellos corresponde al piso térmico frío húmedo transicional seco con 14 fincas (48.27%); el segundo al frío y húmedo con 9 fincas (31.03%) y el tercero al frío y seco con 6 fincas (20.68%) (figura 1).

Las fincas de producción agroecológica del piso térmico frío húmedo transicional seco, se encuentran principalmente en áreas de relieve ligeramente plano con pendientes 1-3% y 1-7% ubicadas en terrazas y planos de inundación del río Bogota que en algunos sectores han recibido influencias de cenizas volcánicas. En consecuencia, los suelos tienden a ser profundos a moderadamente profundos, bien a imperfectamente drenados y con texturas finas, medias y en algunos casos moderadamente gruesas. La saturación de aluminio es baja, la retención fosfórica es alta al igual que los contenidos de materia orgánica y su fertilidad general se califica como moderada a moderadamente baja⁵.

En la zona fría y húmeda, se identificaron fincas ecológicas localizadas en áreas de pendiente fuerte (12-75%) en posiciones de crestones, sectores de relieve fuertemente inclinado (12-25%) en abanicos aluviales y zonas con pendientes que varían entre ligera a fuertemente quebrado (7-12, 12-25 y 25-50%) en paisajes de lomerío, todas ellas afectadas por procesos moderados a ligeros de erosión hídrica laminar. El mosaico edáfico presenta suelos profundos a superficiales con distintos grados de drenaje y clases texturales. Algunos suelos han recibido capas de cenizas volcánicas (Typic Melanudands) y otros presentan acumulación de materiales húmicos y de nutrientes en su perfil (Humic Eutrudepts). La saturación de aluminio es, por lo general, media y la fertilidad moderada.

En las zonas frías y secas, las fincas ecológicas se ubican en distintos paisajes de terrazas, planos de inundación, glacís coluviales y lomas en variadas pendientes y con limitantes de pedregosidad superficial (especialmente en las zonas coluviales) y de drenaje en los planos de inundación (Fluvanquentiq endo aquepts). En varios sectores aparecen suelos con acumulaciones importantes de arcilla en los horizontes subsuperficiales (Typic Haplustalfs).

⁵ Símbolos: RLQa, b y RLOa en el SIG. De acuerdo al estudio IGAC (2000) los suelos se encuentran clasificados como: Typic Melanudands.

Por tipo de suelo (columna 5), se encuentran 12 clases diferentes en 2 tipos de paisaje: R (Planicie) y M (montaña) identificados por la primera letra en mayúscula; 6 tipos de relieve diferente (terrazas, planos de inundación, lomas, abanicos aluviales, glacís coluvial y crestones), de los cuales predominan las terrazas y planos de inundación; las pendientes se encuentran en un rango 1-75% (última letra en minúscula del símbolo) y la fertilidad puede ser baja a moderadamente alta.

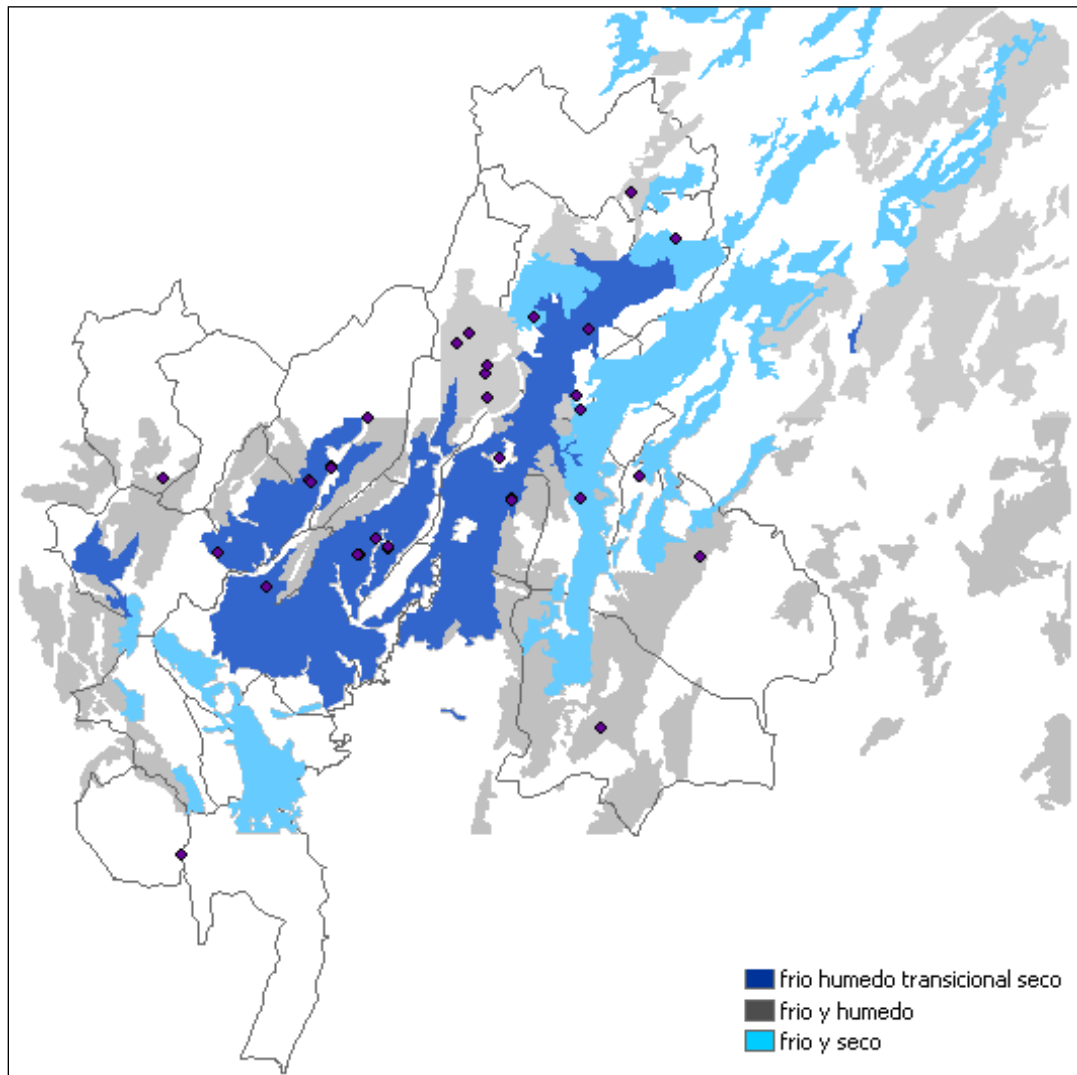


Figura 1. Municipios sabana norte y ubicación de las fincas agroecológicas certificadas en los tres pisos térmicos encontrados.

Tabla 1. Agrupación de las fincas agroecológicas estudiadas en el sector norte de la sabana de Bogotá, por condiciones biofísicas.

ZONA	PISO TÉRMICO	TIPO DE RELIEVE	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS SUELOS	RELIEVE Y	SIMBOL O	MUNICIPIO	FINCA
I	Frío húmedo transicional seco	Terrazas	Relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, pendientes 1-7%, suelos profundos a moderadamente profundos, bien a imperfectamente drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas, reacción extremada a medianamente ácida, saturación de aluminio baja y fertilidad moderada.		RLQa	Tenjo Madrid Chía	El Cucharo, El Monte, Cuatro Vientos, Gabeno. Mi Novia Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL)
		Planos de Inundación	Relieve ligeramente plano, pendientes 1-3%, suelos profundos a superficiales, bien a pobremente drenados, de texturas finas a medias, reacción extremada a medianamente ácida, saturación de aluminio media a baja y fertilidad moderadamente baja		RLQb	Cajicá Facatativá Subachoque	Mamá Gertrudis La Carolina Montecano.
					RLOa	Subachoque Chía Nemocón	Chamomille, El Diamante. Hacienda La Santa María (Universidad La Gran Colombia) Villa Leovi (Hortifresco).
II	Frío y Húmedo	Crestones	Relieve moderadamente quebrado a moderadamente escarpado, pendientes 12-75% afectado en sectores por erosión hídrica ligera y moderada, suelos profundos a superficiales, bien a moderadamente bien drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas, reacción fuerte a medianamente ácida, mediana saturación de aluminio y fertilidad baja a moderada.		MLVe MLVf	La Vega La Calera Tausa	El Porvenir Motivos El Volcán

ZONA	PISO TÉRMICO	TIPO DE RELIEVE	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS SUELOS	RELIEVE Y	SIMBOL O	MUNICIPIO	FINCA
II	Frío y húmedo	Abanicos Aluviales	Relieve ligera a fuertemente inclinado, pendiente 3-12% y 12-25%, afectado por erosión hídrica laminar ligera: suelos profundos a moderadamente profundos, bien a moderadamente bien drenados, texturas finas a moderadamente gruesas reacción medianamente ácida, saturación de aluminio baja y fertilidad moderada.		MLJc	Guasca	San Luis
		Lomas	Relieve ligera a fuertemente quebrado, pendientes 7-12, 12-25 y 25-50%, afectado en sectores por erosión hídrica laminar ligera, suelos profundos a superficiales, bien drenados, texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, reacción extremada a fuertemente acida, saturación de aluminio media a alta y fertilidad moderada.		MLCd MLCe	Zipaquirá Zipaquirá	La Playa El Llano El Tibar Llano de Animas El Refugio
III	Frío y seco	Terrazas	Relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, pendientes 1-7%, suelos profundos a superficiales, pobre a moderadamente bien drenados, texturas finas a moderadamente gruesas, reacción extremadamente ácida a neutra, saturación de aluminio media a baja y fertilidad moderada.		RMRa	Sopó Tocancipá Nemocón	Cuatro vientos Rancho Ramírez El Paraíso

ZONA	PISO TÉRMICO	TIPO DE RELIEVE	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS SUELOS	RELIEVE Y	SIMBOL O	MUNICIPIO	FINCA
III	Frío y seco	Planos de Inundación	Relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, pendientes 1-7%, suelos muy superficiales, pobre a muy pobremente drenados, texturas finas, reacción fuerte a medianamente ácida, saturación de aluminio media a baja y fertilidad moderada.		RMOa	Zipaquirá	Panaca
		Glacís coluvial	Relieve ligera a moderadamente quebrado, pendientes 7-12 y 12-25%, afectado por erosión hídrica laminar ligera y frecuente pedregosidad superficial. Suelos moderadamente profundos a muy superficiales, bien a moderadamente bien drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas reacción muy fuerte a ligeramente ácida, saturación de aluminio baja y fertilidad moderadamente alta.		MMKd	Guasca	El Morro
		Lomas	Relieve ligera a fuertemente quebrado, Pendientes 7-12, 12-25 y 25-50%, afectado en sectores por erosión hídrica ligera y moderada. Suelos profundos a moderadamente profundos, bien a moderadamente bien drenados, texturas medias a finas, reacción extremada a fuertemente ácida, media a alta saturación de aluminio y fertilidad baja.		MMCd	Zipaquirá	El Rancho

En general las fincas se localizan en 2 zonas de vida: Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB) y Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) (figura 2).

En la primera de ellas, se encuentran 16 fincas (55.17%) en 11 municipios entre 2487-3082 m de altitud (tabla 2). El bs-MB se caracteriza por biotemperatura entre 12-18°C, promedio anual de lluvias de 500-1000 m. m., con variaciones locales y oscilaciones acentuadas de temperatura que causan heladas periódicas. Estas condiciones permiten cultivos de papa, trigo, cebada, maíz, hortalizas, flores, frutas (manzano, ciruela, pera, durazno, fresas entre otros) y actividades ganaderas junto con la siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (IGAC, 1977).

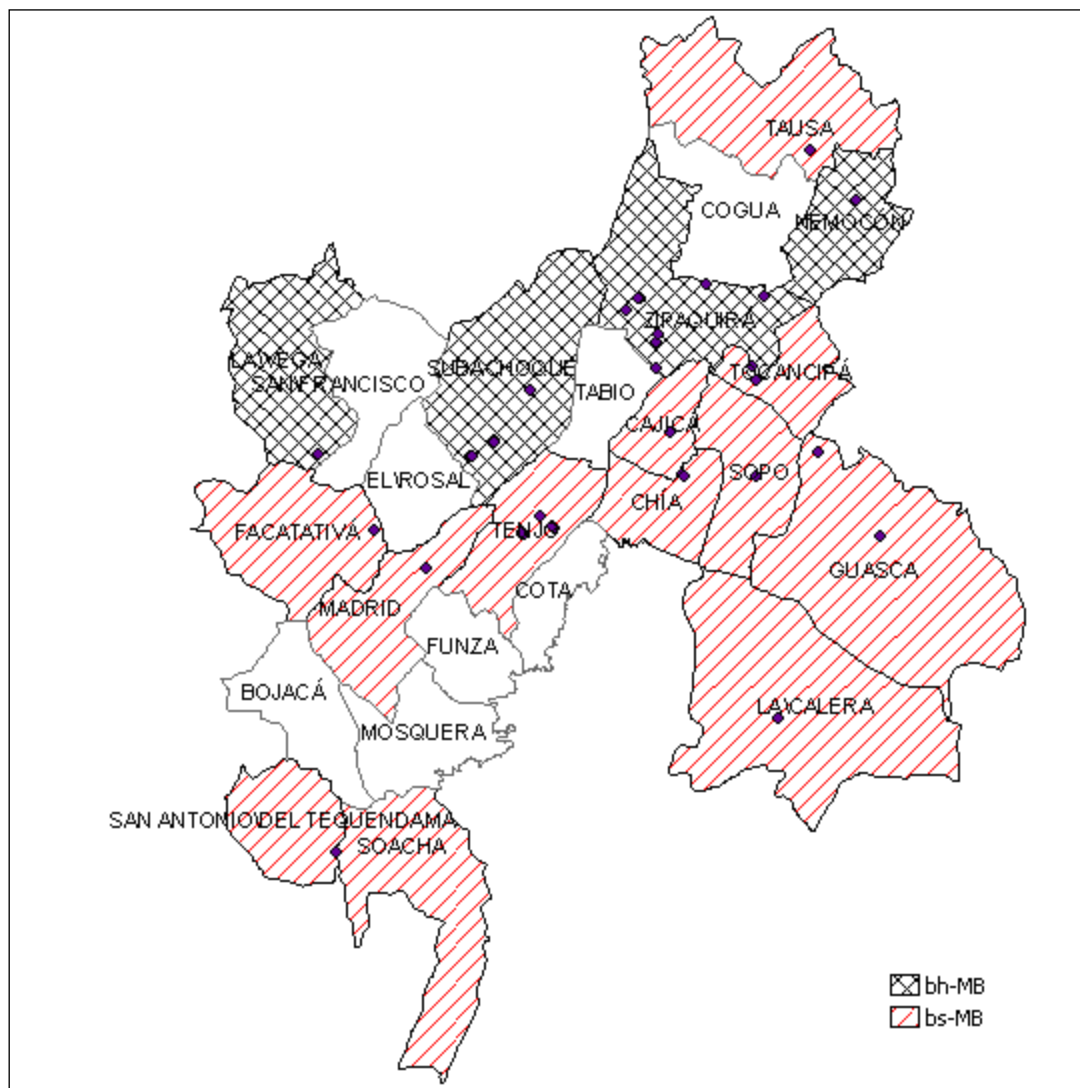


Figura 2. Ubicación de las fincas ecológicas de acuerdo a zonas de vida.

Tabla 2. Agrupación de las fincas agroecológicas estudiadas en el sector norte de la sabana de Bogotá, por zonas de vida.

ZONA DE VIDA	ALTITUD (m. s. n. m)	MUNICIPIO	FINCA
bs-MB	2487-3082	Tenjo	El Cucharo
			El Monte
			Cuatro Vientos
		Madrid	Gabeno
			Mi Novia
			UJTL
		Chía	Hda. La Sta. María
			Granja Mamá
			Gertrudis
		Cajicá	La Carolina
			Motivos
		Facatativá	El Volcán
			4 vientos
La Calera	Rancho Ramírez		
	Tausa		
Sopó	San Luis		
	Tocancipá		
Guasca	El Morro		
	Soacha		
bh-MB	2586-2987	Subachoque	El Porvenir
			Montecano
			Chamomille
		Nemocón	El Diamante
			Villa Leovi
			El Paraíso
		La Vega	El porvenir
			El Rancho
		Zipaquirá	El Tibar
			Llano de Animas
			El Refugio
			La Playa
			El Llano
	Panaca		

Por otra parte, en el bh-MB se encontraron 13 fincas (44.82%) en 4 municipios entre 2586-2987 m de altitud. Esta zona posee biotemperatura igual a la anterior (12-18°C), con promedio anual de lluvias entre 1000-2000 m. m., condiciones que también la hacen apta para una amplia gama de cultivos (IGAC, *op cit*).

Los principales renglones productivos encontrados en las fincas ecológicas estudiadas, fueron: hortalizas (35%); hortalizas, aromáticas y pecuario (mixto) (28%); aromáticas 24 %; hortalizas y aromáticas (7%); frutícolas y agrosilvopastoril el 3% cada uno, como se muestra en la figura 3. Los anteriores datos indican que hay correspondencia entre las características generales del medio edáfico expresadas como vocación hortícola y el uso predominante de la tierra en estas fincas agroecológicas que es, justamente, hortícola o mixta.

El sistema agrosilvopastoril se ubica, en concordancia con la vocación de los suelos, en una zona de pendientes pronunciadas con suelos superficiales limitados por gravilla. Por su parte, la explotación frutícola (fresas) se ubica en

el municipio de Subachoque atendiendo más a decisiones de competitividad en el mercado que a limitantes o potencialidades biofísicas.

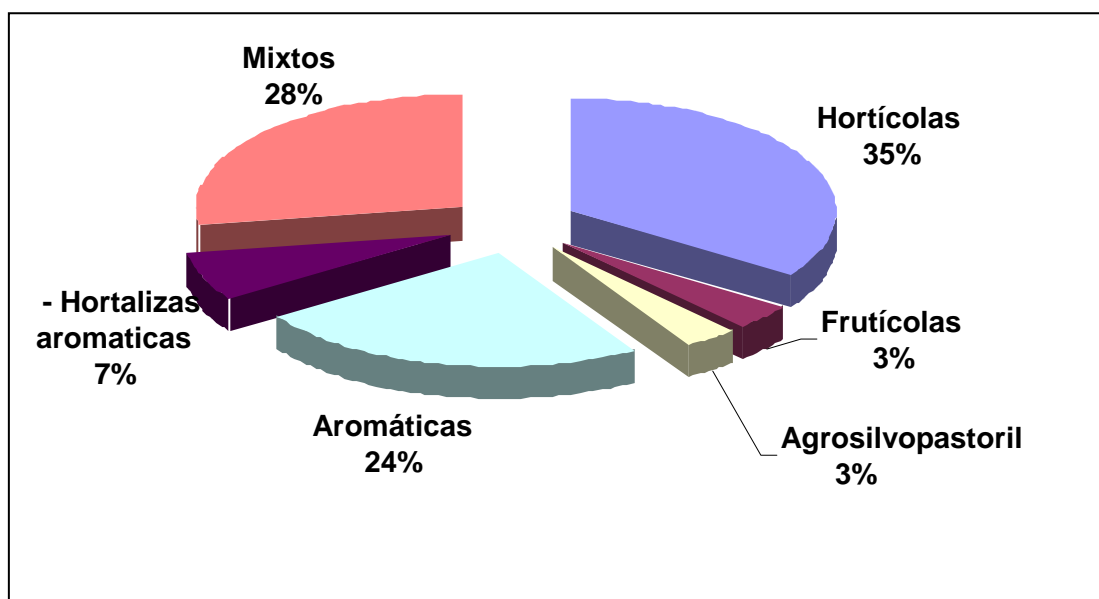


Figura 3. Distribución por tipos productivos en las fincas ecológicas de la sabana de Bogotá.

Los diversos estilos de agricultura ecológica propuestos por Howard, Steiner, Fukuoka entre otros, se ven entremezclados en los sistemas de agricultura ecológica estudiados. Ello se traduce en el diseño y funcionamiento de la mayoría de las fincas, en las cuales se aplican diversas estrategias para el manejo de la biodiversidad en tiempo y espacio: policultivos con arreglos en bordes, franjas, asocio, intercalados y barreras corta vientos; agroforestería; rotaciones entre familias o por cultivo (raíz, tallo, hoja); cultivos de cobertura (vivas o muertas) y arreglos agrosilvopastoriles. Estas estrategias incrementan la utilización en profundidad del suelo mediante los diversos sistemas radiculares, promueven mayor eficiencia en el uso del agua y nutrientes y mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Rodríguez, 2005).

Para el manejo de la fertilidad del suelo, se utilizan varias prácticas: abonos compostados (humus, compost, lombricompost, bokashi). Mediante estas prácticas se promueven importantes procesos de regulación de nutrientes y de materia orgánica, que inciden tanto en la estabilidad general del agroecosistema, como en sus posibilidades de manejo de organismos patógenos.

En efecto, Nicholls y Altieri (2008), señalan la importancia de la materia orgánica y de la actividad biológica del suelo en la capacidad que tiene un cultivo para resistir el ataque de patógenos, ya que suelos con altos contenidos de materia orgánica y alta actividad biológica generalmente muestran alta fertilidad, cadenas tróficas complejas y abundancia de organismos benéficos que previenen la infección. Un estudio de largo plazo realizado por Schuphan

(1974), comparó los efectos de la fertilización orgánica y sintética en el contenido nutricional de cuatro hortalizas: espinaca, papa, zanahoria y col de Milán o repollo crespo, encontrando que las orgánicas contenían niveles bajos en nitratos y altos en potasio, fósforo y hierro relacionados con menor incidencia de plagas.

El uso de tecnologías en las fincas estudiadas es variado, enfocándose en varios aspectos (tabla 3):

Tabla 3. Tecnologías aplicadas y su enfoque en las fincas ecológicas estudiadas.

Enfoque	Tecnología aplicada	Producto	No. fincas
	Abonos compostados	Humus, compost, lombricompost, bokashi	29
	Caldos microbianos	super4, supermagro, bioabono y rizosfera	20
Mantenimiento de la fertilidad y biodiversidad edáfica	Agroplus	lactobacilos, bacterias nitrificantes, hongos y levaduras	3
	Microorganismos eficientes	bacterias fototrópicas (<i>Rhodopsudomonas sp</i>), bacterias ácido lácticas (<i>Lactobacillus sp</i>) y Levaduras (<i>Saccharomyces sp</i>).	3
	Purines	Chipaca, helecho, ortiga, cola de caballo, borrachero, barbasco, cebolla, sauce y sábila	29
	Hidrolatos	ajo – ají	29
Protección a cultivos	Entomopatógenos	virus (Baculoviridae) hongos (<i>Beauveria Bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Lecanicillium lecani</i>) bacterias (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	1 2
	Antagonistas	<i>Trichoderma (harzianum, koningii y viridae)</i> Botrycid (<i>Burkholderia cepacia</i>)	3
	Biocontroladores	<i>Trichogramma</i>	1
	Control alelopático	ajeno, ají, albahaca, caléndula, manzanilla, ortiga, ruda y neem	20
	Soluciones químico-minerales (resistencia)	Caldos bordelés, sulfocálcico, polisulfuro de Ca.	3

En relación con el mantenimiento de la fertilidad y biodiversidad edáfica, se nota claramente que se utilizan dos tipos de materiales de acuerdo con su origen: materiales producidos en las propias fincas (abonos compostados y caldos microbianos) y productos adquiridos en el mercado (agroplus y microorganismos eficientes). No obstante, los datos colectados indican que los primeros de ellos se utilizan en la mayor parte de las fincas sugiriendo, un mayor esfuerzo de los agricultores por independizarse de la adquisición de insumos externos. Los EM y agroplus se utilizan, por el contrario, solamente en 6 de las 29 fincas estudiadas reflejando posiblemente decisiones que se toman en función del costo, el acceso e información de estos productos.

En lo que atañe a la protección de cultivos, aparecen dos tendencias relativas: una que incluye productos (entomopatógenos, antagonistas y biocontroladores) de común y antigua utilización en los modelos de agricultura convencional producto de las propuestas de manejo integrado de plagas y otra, que promueve el uso de materiales y procesos originados, justamente, en las propuestas de agriculturas alternativas especialmente en la agricultura ecológica (purines, hidrolatos y control alelopático). Nótese que el primer grupo de tecnologías se aplican especialmente en 7 de 29 fincas estudiadas y el segundo en las 29 fincas. Explicados posiblemente por los costos y disponibilidad en el mercado de entomopatógenos, antagonistas y biocontroladores.

Finalmente, los caldos químico-minerales que promueven mecanismos de resistencia se utilizan solamente en 3 de 29 fincas, debido probablemente a que su preparación es más compleja y requiere mayores niveles de conocimiento y experticia para su elaboración y utilización.

Por otra parte, se observa la utilización de por lo menos 9 tipos de prácticas diferentes en las fincas de producción agroecológica evaluadas (figura 4), de las cuales la más utilizada es el compostaje (19%), rotaciones (16%), policultivos (15%), cultivos en asocio (13%), barreras vivas (9%), gestión de agua (7%), cultivos de cobertura (7%), alelopatía (7%) y abonos verdes (7%).

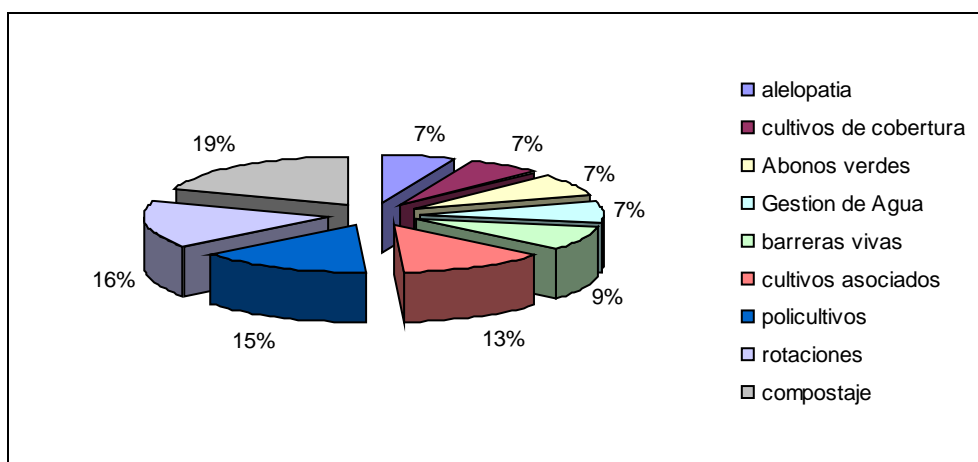


Figura 4. Distribución de prácticas utilizadas en los sistemas PAE.

La mayor proporción en la utilización del compostaje (19%) obedece a la preocupación de los agricultores por aportar materia orgánica al suelo, sin embargo, a pesar que todos utilizan análisis de suelos (especialmente en términos físico-químicos), ninguno practica análisis regulares del compostaje utilizado para establecer su relación tanto con la dinámica nutricional del suelo como con las dinámicas poblacionales de meso y microorganismos.

Por su parte, el manejo integrado de la biodiversidad tanto funcional como productiva, adquiere un lugar preponderante dentro de las prácticas agroecológicas. En efecto, la suma de cultivos en asocio, policultivos y barreras vivas alcanza una proporción del 37% de las prácticas utilizadas por los agricultores encuestados.

Ello quiere decir que los productores asignan un rol de importancia económica a la introducción, conservación y promoción de especies vegetales acompañantes, más allá del cultivo principal. El muestreo realizado en este estudio indica que existen 76 especies cultivadas y 37 no cultivadas (Anexo 2), muchas de estas haciendo parte de arreglos agroforestales en barreras vivas o corta vientos, requisito expresado en la norma para certificación ecológica. Adicionalmente, en algunas fincas existe el interés de conservar áreas de bosque secundario que pertenecen al predio, como estrategia para la conservación y captación de agua.

La conservación de la biodiversidad en fincas es de gran importancia pues se ha demostrado que aquellos sistemas basados en policultivos pueden ser más productivos que los monocultivos, al considerar el rendimiento en producción de biomasa total por unidad de área (Reijntjes, 2009). Al promover los sistemas agrobiodiversos, especialmente la agroforestería, grandes cantidades de dióxido de carbono pueden ser captadas en diferentes estratos: suelo, cobertura vegetal y árboles. El papel de la biodiversidad también cobra importancia frente a la respuesta de los sistemas agrícolas ante efectos adversos como consecuencia del cambio climático, ya que son más resilientes ante eventos catastróficos como: sequías, inundaciones, tormentas, remoción en masa.

De manera concomitante, los agricultores utilizan rotaciones de cultivos (16%), algunas de ellas ligadas a calendarios biodinámicas. En la escala inferior de esta clasificación de prácticas encontradas en las fincas estudiadas, se ubican el uso de coberturas (7%), abonos verdes (7%) y alelopatía (7%). Ello podría explicarse, en relación con la alelopatía y los abonos verdes, porque éstas son prácticas que exigen, por un lado, altos niveles de conocimiento y observación (alelopatía) y por otro, conocimientos y herramientas agrícolas especiales (abonos verdes). Es más difícil explicar, por el contrario, la no utilización de coberturas puesto que uno de los principales principio de manejo agroecológico de fincas es, precisamente, el mantenimiento de suelos cubiertos y protegidos contra fuerzas erosivas de agua, viento y gravedad.

Llama la atención, finalmente, que solo exista un pequeño porcentaje de agricultores ecológicos (7%) que realizan labores de gestión de agua, máxime si se tiene en cuenta que muchos de ellos se ubican en el bs-MB (16 fincas de

29) cuyo promedio anual de lluvias es apenas de 500-1000 m. m. por año. Estas prácticas consistentes en la construcción de reservorios o desviación de agua lluvia desde invernaderos hacia tales depósitos, se realizan con el objeto de minimizar la dependencia de fuentes de agua externas (agua lluvia y acueducto), pues la no disponibilidad de este recurso en cultivos de ciclo corto, como es el caso de las hortalizas cuya proporción es mayor en los tipos productivos encontrados, afecta su crecimiento y desarrollo, disminuyendo los volúmenes de producción en su mayoría comprometidos en el mercado.

1.5.2. Caracterización socioeconómica de los sistemas PAE de la sabana de Bogotá.

A continuación, se detallan los aspectos socioeconómicos que describen los rasgos más característicos de los agricultores ecológicos en la zona de estudio (tabla 4).

Como se puede observar en la tabla citada, los agricultores ecológicos son en su gran mayoría profesionales (72.41%) en diversas disciplinas (administradores, agrónomos, contadores, educadores, antropólogos, zootecnistas, economistas, tecnólogos agropecuarios y abogados).

En menor proporción se encuentran los autodidactas (13.79%) quienes han aprendido tanto del intercambio de saberes con campesinos, técnicos y asesores, como en libros y práctica de la agricultura ecológica. En igual medida, algunos han participado en cursos relacionados con el tema, ofrecidos por el SENA y la Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Dadas estas circunstancias, son personas que iniciaron su estudio de la agroecología por diversas razones, que van desde el gusto por el trabajo agrícola y el contacto con la naturaleza, hasta las meramente comerciales basadas en el valor agregado por comercialización de productos con certificación ecológica.

Propietarios en su gran mayoría (96.55%) y con residencia en Bogotá (58.62%), sus ingresos provienen de actividades generalmente diferentes a los obtenidos de la agricultura ecológica. En efecto, el 41.3% de los productores reciben algunos ingresos derivados de la producción ecológica y el 20.6%, aunque poseen cultivos ecológicos, no los comercializan y por lo tanto no perciben recursos económicos de ellos. Muchos propietarios dependen en mayor medida de los dineros recibidos por su actividad profesional en otros campos. Solamente el 37.9% de los agricultores encuestados dependen directamente de los beneficios económicos derivados de la producción ecológica. La mayor parte de las fincas estudiadas contratan mano de obra (89.66%) para realizar las labores agrícolas.

Adicionalmente, existe gran incertidumbre en lo que concierne a los recursos que se invierten en esta actividad. El 93.10% de los agricultores prefieren invertir sus propios recursos a comprometerse con préstamos bancarios, pues los productos ecológicos se ofrecen en nichos de mercado reducidos y no siempre hay certeza sobre los ingresos que generarán las ventas, ya que en ocasiones los agricultores se ven afectados por decisiones del intermediario en

cuanto a promociones sin previo aviso, devoluciones de producto por manejo de inventarios en los almacenes o demora en los pagos, entre otros.

Al tratarse de productos perecederos que en su mayoría se comercializan en fresco, la orientación de las ventas es principalmente al mercado nacional (22 de 27 fincas 75.86%), pues los mercados internacionales presentan restricciones logísticas en cuanto a transporte, embalaje y valor agregado de los productos que se pretenden posicionar en estos mercados, siendo más atractivos, aquellos procesados (mermeladas, salsas, pulpas y deshidratados). Lo anterior está relacionado con el factor de nivel de organización de los productores, pues algunos de ellos tienen la oportunidad de ofrecer sus productos en el mercado internacional, dadas algunas ventajas que les brinda el modelo asociativo: mayor capacidad de negociación en mercados internacionales, oferta de volúmenes significativos de producto y capacidad para cubrir los costos de envío y movilización de producto hasta el consumidor. No obstante la cantidad de fincas que trabajan bajo este modelo es baja (9 de 29 fincas 31.03%) por las dificultades culturales ligadas a estos procesos: falta de compromiso, conflictos de interés, diferentes estilos de agricultura ecológica e incertidumbre en las demandas.

Tabla 4. Algunas características socioeconómicas de los productores agroecológicos en la zona de estudio.

Factor	Criterio	No. de fincas	Porcentaje
Lugar de residencia	Finca	9	31.03
	Cabecera municipal	3	10.34
	Vereda	0	0.00
	Bogotá	17	58.62
Tenencia de la tierra	Propietario	28	96.55
	Arrendatario	1	3.45
Recursos económicos	Propios	27	93.10
	Créditos	1	3.45
	Institucional	1	3.45
Origen mano de obra	Contratada	26	89.66
	Familiar	1	3.45
	Mingas	2	6.90
Nivel de organización	Individual	22	75.86
	Asociado	9	31.03
Mercado	Nacional	22	75.86
	Internacional	1	3.45
	Ninguno	6	20.69
Distribución de ingresos	AE en menor proporción	12	41.38
	AE en mayor proporción	11	37.93
	AE no genera ingresos	6	20.69
Nivel Educativo	Profesional con cursos AE	21	72.41
	Técnico con cursos AE	4	13.79
	Autodidacta	4	13.79

Aunque el manejo de altos niveles de agrobiodiversidad requiere habilidades para el diseño y un proceso de toma de decisiones dinámico, que conduce al empoderamiento y fomento de procesos participativos (Funes-Monzote, *et al.*, 2009), solamente el 31.03% de los agricultores está asociado, siendo la participación comunitaria apenas del 7% (realización de cursos de extensión, alianzas con UMATAS, intercambio de conocimiento con comunidades circunvecinas u otros agricultores ecológicos). Esto se explicaría por la fuerte orientación al mercado en estos sistemas en los cuales los agricultores compiten entre sí para obtener el sobre precio pagado por los productos orgánicos certificados.

1.5.3. Diferenciación de tipologías en sistemas PAE para la sabana de Bogotá

Se obtuvieron 3 dendrogramas de comparación según clasificación jerarquizada de las variables.

En el dendrograma que agrupa las fincas agroecológicas en función de todas las variables de estudio (físico - bióticas, tecnológicas y socioeconómicas), se observan cinco clusters (figura 5), el primero de los cuales (de izquierda a derecha) corresponde a fincas de tipo hortícola, en suelos RLQa (Typic Melanudands), con prácticas de manejo de agrobiodiversidad en tiempo y espacio, inclusión comunitaria, orientación al mercado local mediante ventas directas y autosostenibles.

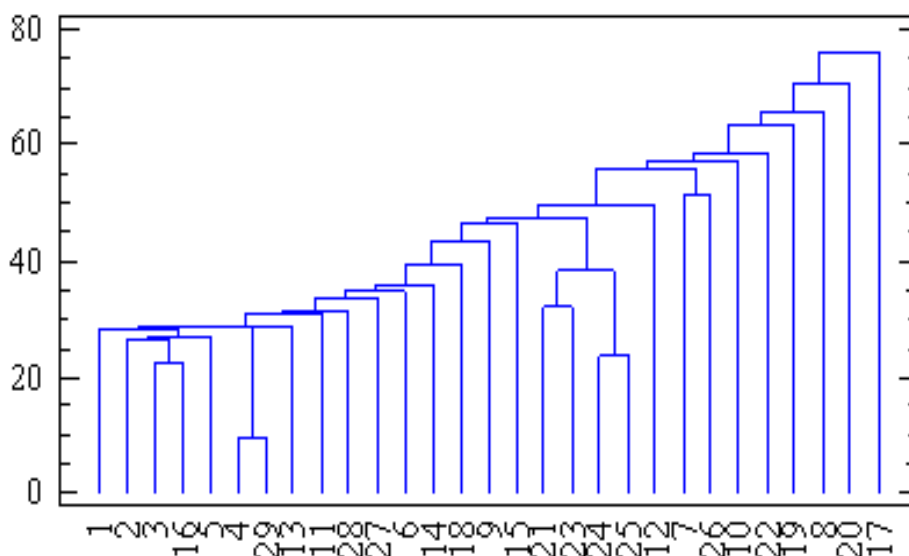


Figura 5. Dendrograma de las fincas agroecológicas en función de variables de tipo físico biótico, tecnológico y socioeconómico.

El segundo cluster muestra dos fincas de alta heterogeneidad ya que además de la producción hortícolas poseen subsistemas pecuario y forestal, con practicas de reciclaje de abonos orgánicos producidos por los animales y materia orgánica forestal, utilización de tecnologías de manejo preventivo, control alelopático, mantenimiento de la fertilidad del suelo y su biodiversidad y

realización de procesos de extensión comunitaria a través de talleres, visitas didácticas y participación en procesos de investigación.

En el tercer cluster, aparecen agrupadas fincas de piso térmico frío y húmedo, en suelos MLCe (Humic Dystrudepts - Typic Argiudolls), dedicadas principalmente al cultivo de aromáticas con productores asociados, que utilizan distintas tecnologías para el mantenimiento de la fertilidad y biodiversidad edáficas. El cuarto cluster corresponde a fincas con inclusión del sistema pecuario y en el último cluster se agrupan dos fincas productoras aromáticas y hortalizas orientados al mercado internacional mediante ventas a través de intermediarios, que comparten el uso de tecnologías de manejo y conservación de suelos y el uso de productos que promueven mecanismos de resistencia en plantas.

En el dendrograma obtenido teniendo en cuenta sólo variables de tipo físico biótico (figura 6), se obtuvieron 6 clusters: los dos primeros comparten las características del piso térmico (frío húmedo transicional a seco) y tipo de suelo RLQa (Typic Melanudands), pero se diferencian en cuanto a tipo productivo: en el cluster 1 las fincas son hortícolas y en el 2 hay heterogeneidad.

En el tercer cluster, el piso térmico y el tipo productivo (hortalizas) siguen siendo los mismos, pero cambia el tipo de suelo RLOa (Typic Endoaquept). En el cuarto, las fincas están ubicadas en el piso térmico frío y seco y su tipo de suelo es RMRa (Humic Dystrudepts - Typic Haplustalfs). En los clusters cinco y seis, las fincas son productoras de aromáticas, piso térmico frío y húmedo, diferenciadas por el grado de inclinación de la pendiente, aunque conservan el mismo tipo de suelo MLCd y MLCe respectivamente (Humic Dystrudepts - Typic Argiudolls).

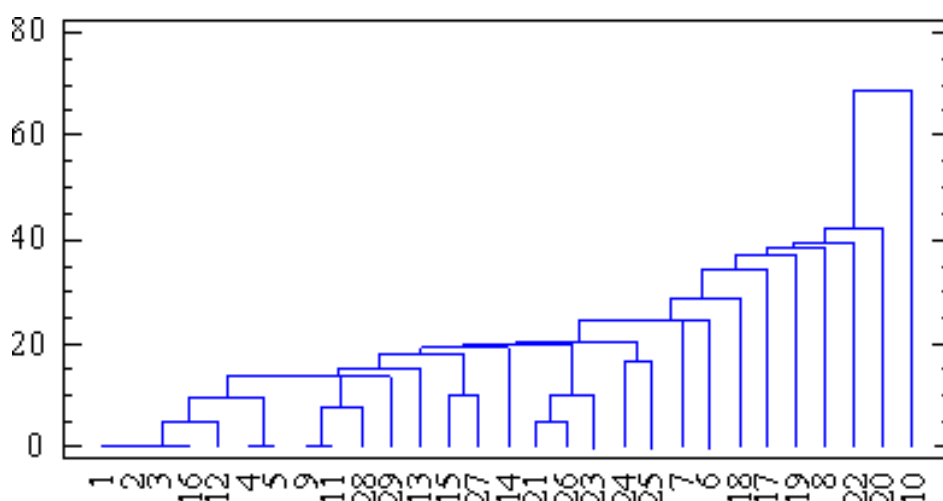


Figura 6. Dendrograma de fincas agroecológicas en función de las variables físico – bióticas.

En el tercer dendrograma, realizado a partir de las características socioeconómicas y tecnológicas, se obtuvieron siete clusters (figura 7).

En el primero, que agrupa cinco fincas, las características comunes fueron la utilización de tecnologías de protección a cultivos con enfoque preventivo, las ventas de productos de forma indirecta y relaciones costo-beneficio negativas. En el segundo, las fincas comparten los controles alelopáticos, dependencia de la actividad y autosostenibilidad. En el tercero, el mantenimiento de la diversidad edáfica, control alelopático y ventas indirectas. En el cuarto, la utilización de prácticas para manejo de biodiversidad en tiempo y espacio, participación comunitaria y autosostenibilidad. En el quinto cluster, los productores son propietarios asociados, con orientación al mercado nacional y participación comunitaria. El sexto incluye fincas similares en cuanto a mayor cantidad de prácticas para manejo de biodiversidad y asociatividad de los productores. Finalmente, el séptimo cluster agrupa fincas con productores no asociados y orientados al mercado internacional mediante intermediarios.

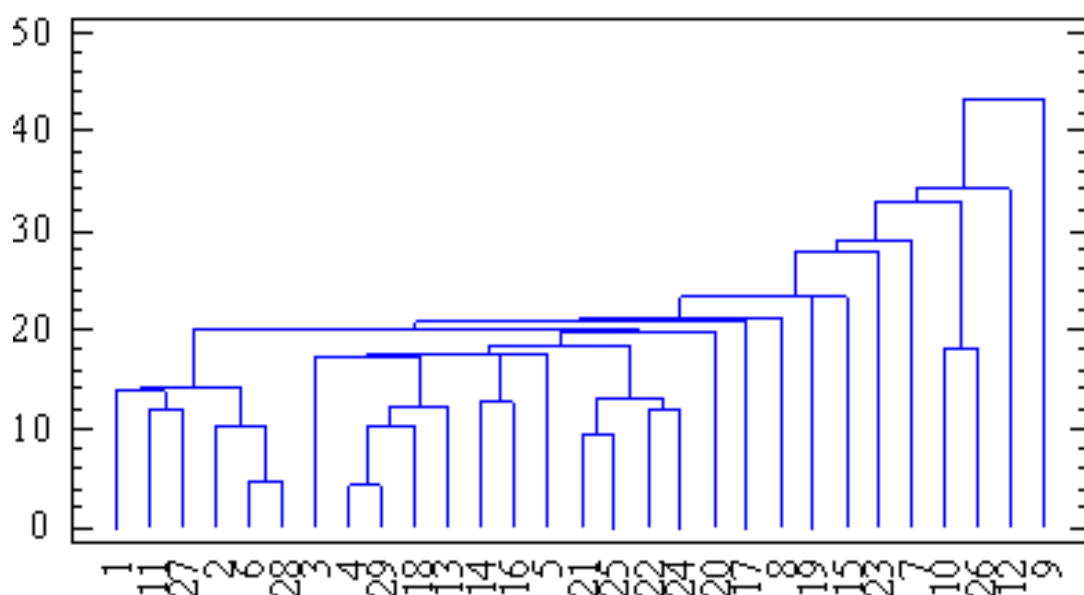


Figura 7. Dendrograma de fincas agroecológicas en función de variables tecnológicas y socio-económicas.

Los dendrogramas anteriores agrupan fincas que presentan características similares y dejan por fuera otras que de alguna manera se distancian de los rasgos comunes que dieron lugar a la clasificación. En este estado se encuentran las fincas: 17, 7, 8, 9, 12, 18, 19, 20. Con el resto de fincas que pertenecen a algún cluster se realizó la siguiente evaluación de sostenibilidad.

Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas PAE sabana de Bogotá.

De los dieciocho clusters obtenidos en la tipificación anterior, se seleccionaron diez fincas al azar para la evaluación con indicadores de sostenibilidad, tanto las fincas seleccionadas como los resultados obtenidos se muestran en las tablas a continuación:

Tabla 5. Fincas de producción agroecológica de la sabana de Bogotá seleccionadas para evaluación de sostenibilidad.

Finca	Municipio
Cuatro Vientos	Tenjo
San Luis	Guasca
Rancho Ramírez	Tocancipá
Montecano	Subachoque
El Diamante	Subachoque
Hacienda La Santa María	Chía
Villa Leovi	Nemocón
El Paraíso	Nemocón
Llano de Animas	Zipaquirá
La Carolina	Facatativá

Los valores obtenidos por indicador para cada una de las fincas se muestran en la tabla 6. Estos valores permiten ubicar un valor de sostenibilidad relativo por finca en el conjunto de los predios estudiados (figura 8).

Tabla 6. Valores de cada indicador obtenidos en la evaluación de sostenibilidad por finca.

INDICADOR	Cuatro Vientos	San Luis	Rancho Ramírez	Montecano	El Diamante	Hacienda La Santa María	Villa Leovi	El Paraíso	Llano de Animas	La Carolina	<i>Promedio indicador</i>
Pendiente	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	9.5
Estructura y consistencia	7	10	10	5	10	1	10	1	10	1	6.5
Textura	5	5	5	5	10	1	5	10	5	5	5.6
Drenaje	10	10	5	1	10	1	5	5	10	10	6.7
Actividad Biológica	10	5	10	5	10	1	5	1	10	5	6.2
horizonte A	10	10	10	10	10	1	10	5	10	10	8.6
Incidencia plagas y enfermedades	10	5	10	10	10	1	5	5	5	5	6.6
Diversidad cultivos	10	10	5	5	10	5	10	10	5	10	8
Sistema de Manejo	10	10	1	5	5	5	5	5	10	10	6.6
Entorno	5	10	1	5	1	1	5	1	1	1	3.1
Conservación agua	10	10	1	10	5	5	10	5	5	5	6.6
Manejo suelo	10	10	1	10	10	5	5	5	10	10	7.6
Activismo, liderazgo	5	10	5	1	5	10	5	5	10	5	6.1
Conocimiento tradicional	5	10	10	10	5	5	5	5	5	10	7
Dependencia actividad	10	10	1	10	10	5	10	5	5	1	6.7
Mano de obra	1	10	1	1	1	1	1	1	5	5	2.7
Responsabilidad Social Empresarial (RSE)	10	10	5	10	5	10	10	5	5	10	8
Beneficios Económicos	10	10	10	1	5	1	10	1	5	10	6.3
Formación Agricultura Ecológica	10	10	5	10	5	10	5	5	10	10	8
Adaptación de Tecnología	10	5	1	10	5	5	5	1	5	1	4.8
Intercambio conocimiento	5	10	10	1	5	10	10	5	5	1	6.2
Complejidad tecnologías	10	10	5	10	5	1	5	10	5	5	6.6
Autonomía	10	10	1	5	5	5	5	10	10	10	7.1
<i>Promedio finca</i>	8.39	9.13	5.35	6.52	6.83	4.35	6.78	5.04	7.00	6.30	6.57

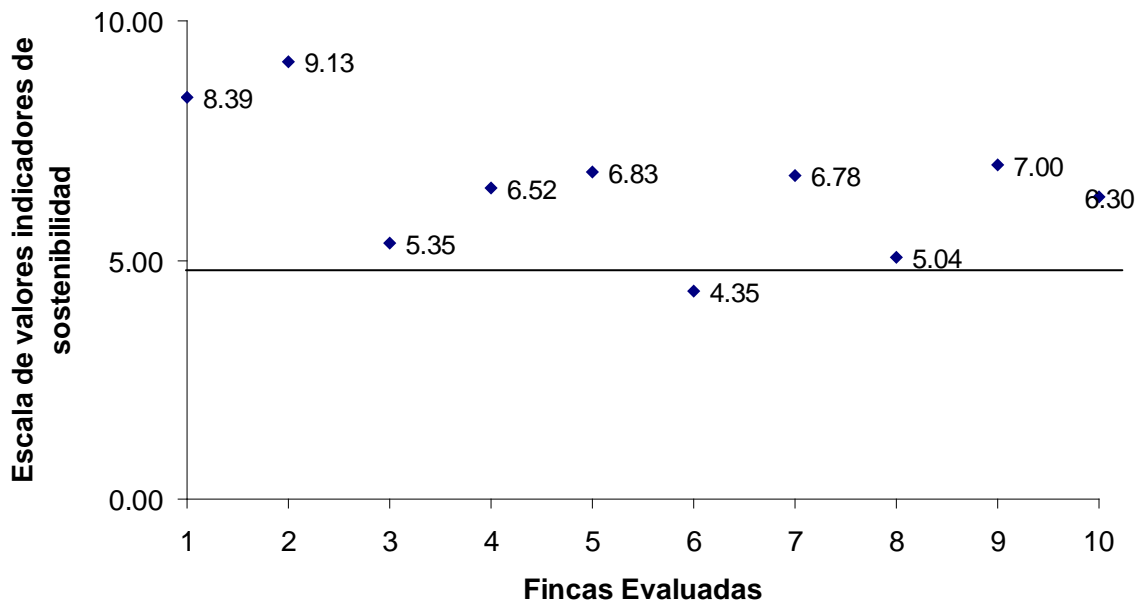


Figura 8. Dispersión de valores promedio de sostenibilidad en fincas agroecológicas con respecto a la línea media (umbral de sostenibilidad).

De acuerdo con la figura anterior puede observarse que existen por lo menos tres grupos de fincas cuyos valores de sostenibilidad son cercanos: un grupo de valores altos 9.13 y 8.39 correspondiente a las fincas Cuatro Vientos y San Luis, otro de valores moderadamente altos (7.0, 6.83, 6.78, 6.52 y 6.30) que pertenecen a las fincas Llano de Animas, El Diamante, Villa Leovi, Montecano y La Carolina y un tercer grupo de fincas con niveles bajos de sostenibilidad (4.35, 5.04, 5.35) Hacienda La Santa Maria, El Paraiso y Rancho Ramírez, respectivamente.

Para facilitar la discusión de estos resultados a continuación se presenta el respectivo diagrama de sostenibilidad de una finca representativa de cada grupo, cuyas características generales se discuten a la luz de los valores encontrados para el resto de las fincas agrupadas.

1.5.4. Fincas con alta sostenibilidad

Este grupo está representado por la finca Cuatro Vientos, ubicada en el municipio de Tenjo, que presenta un índice de sostenibilidad de 8.39 (figura 9).

Dedicada principalmente al cultivo de hortalizas, con un manejo de agrobiodiversidad en el espacio, esta finca cuenta con un arreglo en policultivos de diversos productos que se rotan en el tiempo siguiendo un orden sucesivo en el cual se cultivan plantas de raíz (cebollas, zanahorias, rábanos), tallo (apio, puerros), hojas (espinaca, variedad de lechugas), flor (calabacín, caléndula) y fruto (feijoa).

El diseño del agroecosistema se basa en arreglos de asociación entre plantas diseñados a partir de criterios alelopáticos; (lechuga – hierbabuena para repeler babosas, brócoli – cebolla para controlar gusano trozador, rábanos intercalados para control de chizas (larvas de COLEOPTERA: Melolonthidae)); ubicación de plantas aromáticas en los bordes y franjas de plantas colonizadoras silvestres en períodos de descanso entre siembras. Además esta finca maneja diferentes estratos pues los cultivos de hortalizas se encuentran bajo una barrera viva de árboles que proveen condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo de procesos que fortalecen la inmunidad del sistema al promover el funcionamiento del control natural de plagas, proporcionando también hábitats para insectos benéficos tales como *Diadegma insularis* (Hymenoptera: Chalcididae), mariquitas, Syrphidae, entre otros.

En cuanto a sus características biofísicas, los indicadores de calidad de suelo muestran valores altos, ya que la producción ecológica se desarrolla en un suelo de color negro (10YR 2.5/1) con espesor mayor a 20 cm, textura franco – limosa, bien drenado y signos de alta actividad biológica con presencia de lombrices y artrópodos. En algunos sectores, sin embargo, la estructura del suelo se presenta en agregados poco desarrollados e inclusive no se presenta estructura debido a la historia del uso del suelo en esta finca que fue utilizada por muchos años en cultivos intensivos de cereales con utilización inadecuada de maquinaria agrícola.

Adicionalmente, se desarrollan prácticas de manejo y conservación de recursos de suelo y agua, que se traducen en incorporación de materia orgánica mediante la utilización de compostaje y material vegetal en forma directa cuando se hacen las rotaciones, eras altas (aprox. 30 cm del suelo) y separadas con el propósito de formar canales que guían el agua de escorrentía por gravedad hacia los reservorios ubicados en la parte más baja de la finca. Este manejo del agua que al mismo tiempo que evita la erosión genera mayor eficiencia en la retención de humedad edáfica, es verdaderamente muy singular y constituye un ejemplo destacable de cómo, a partir de procesos sencillos nacidos de la observación los agricultores ecológicos pueden generar opciones validas de manejo de recursos.

En la finca, que está certificada por BCS no se utilizan plaguicidas de síntesis química pero si algunos productos biofertilizantes y biocontroladores preparados *in situ* como purines, caldos e hidrolatos. Se destacan los setos de arvenses intercalados con los cultivos de hortalizas. En consecuencia los niveles de incidencia de plagas y enfermedades son casi nulos.

En el plano socio – económico, la finca Cuatro Vientos se distingue por un proyecto de largo plazo denominado “Tierra Verde” iniciado por su propietaria hace mas de 10 años dirigido a rescatar conocimientos tradicionales, impulsar la agricultura ecológica y a mejorar las condiciones de vida de los trabajadores de la finca. Ello ha sido un reto constante ya que en la zona, debido a la presencia de cultivos de flores, existe alta rotación de personal y baja incorporación de mano de obra familiar. Lo anterior constituye un activo social muy importante, que merece ser difundido en varios niveles sociales, dados los drásticos cambios en el uso del

suelo, que se observan en el municipio de Tenjo que tienden a reemplazar los campos de cultivo por casas en condominios campestres.

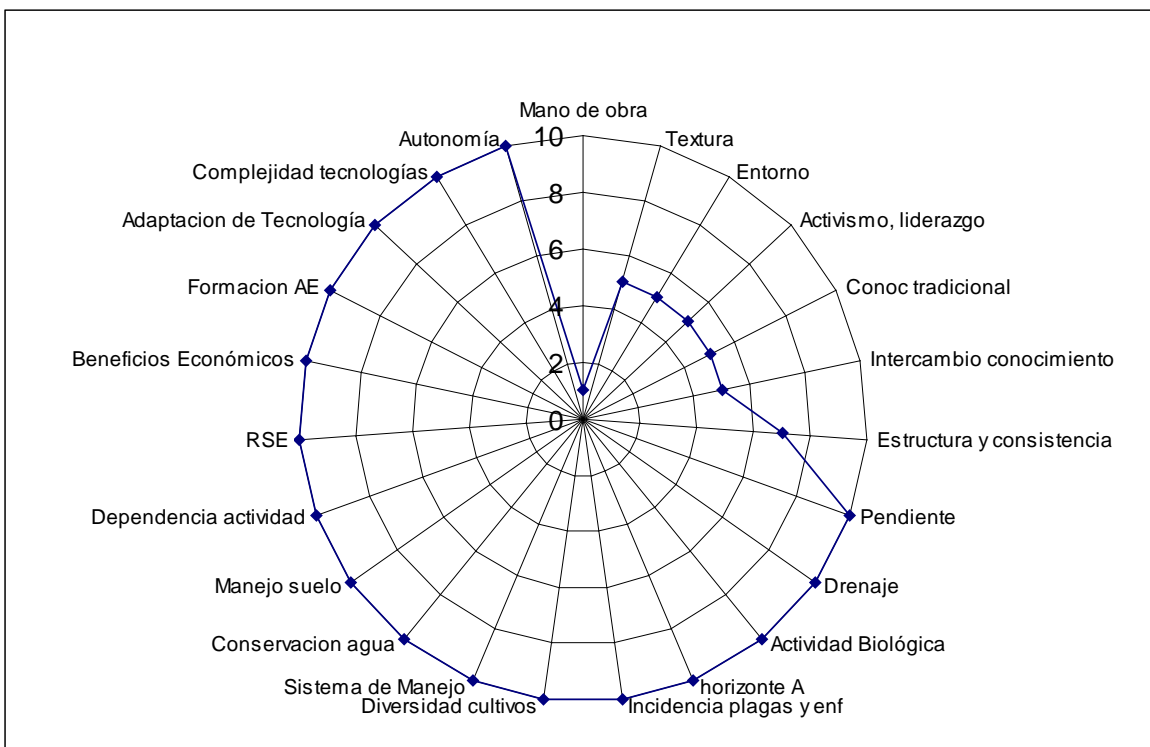


Figura 9. Gráfico de sostenibilidad de la finca cuatro vientos.

La finca San Luis, ubicada en el Municipio de Guasca, vereda La Floresta a una altura de 2933 m. s. n. m (figura 10), muestra el mayor valor de sostenibilidad (9.1), lo cual se explica por las propiedades emergentes que le confieren, de una parte, su estructura y la relación entre sus componentes y de otra, la capacidad de los agricultores para manejar el entorno circundante. Esta finca muestra alta heterogeneidad estructural, ya que posee diversos subsistemas (agrícola, pecuario, acuícola y apícola), que van más allá de los sistemas agrosilvopastoriles (SASP⁶). Al incrementarse la heterogeneidad estructural del sistema, se incrementan los flujos de materia y energía, pues la materia orgánica producida por los animales es utilizada como insumo básico para la elaboración de compostajes y caldos microbianos para la fertilización de los cultivos, ahorrando

⁶ Russo, 1994. Sistemas en los cuales se agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestales o frutales) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes.

costos importantes de producción y minimizando la dependencia de insumos externos al sistema.

Además, esta finca posee un parche de bosque (aproximadamente 2.24 ha), el cual cumple funciones vitales para el abastecimiento de fuentes de agua tanto para la propia finca como para terrenos vecinos que se benefician en sus nacimientos, manteniendo así la dinámica del ciclo hidrológico. Como estrategia de manejo y aprovechamiento sostenible de esta biodiversidad *in situ*, los agricultores realizan recorridos ecológicos en los cuales transmiten su conocimiento ancestral de las especies del bosque, sus propiedades terapéuticas y curativas, tanto a miembros de la comunidad como a consumidores de sus productos ecológicos.

Adicionalmente, la finca posee altos valores de calidad de suelo, pues la actividad se desarrolla en zonas de pendiente suave, sobre suelos de estructura granular en bloques subangulares, fuertemente desarrollados y con buenas condiciones de consistencia. Esto, se suma a las prácticas de manejo de suelos en los cuales se incluye amplia variedad de estrategias que van desde el manejo de biodiversidad en tiempo y espacio, hasta la preparación de acondicionadores con materiales producidos en la finca y acorde a las necesidades edáficas.

La aplicación y adaptación de tecnologías se encuentran aquí estrechamente relacionadas, ya que se realizan procesos de transferencia de conocimiento y tecnología entre los miembros de la asociación de Agricultores Ecológicos de Guasca (AGREGUA), organización a la cual pertenece la finca. Dichos procesos se llevan a cabo a partir de la formación de los agricultores en la producción ecológica y la realización continua de ensayos que pretenden mejorar la salud del cultivo. En esta finca es frecuente la utilización de hidrolatos de Chipaca (*Bidens pilosa*) para controlar gota de papa y enfermedades de tomate. La fertilización se realiza de acuerdo a análisis nutricionales periódicos que se hacen tanto a los cultivos como al suelo.

Los miembros de la asociación dependen en gran medida de esta actividad para su sustento y a ella le dedican gran parte de su trabajo que es básicamente mano de obra familiar. Adicionalmente realizan procesos de transferencia de conocimiento y tecnología (en febrero de 2008 eran 13 fincas con 26 asociados y en mayo de 2009 ya sumaban 17 fincas 32 asociados).

Con una trayectoria de práctica de la agroecología de 10 años, han ganado reconocimiento a nivel municipal y a nivel del distrito ganaron el concurso "Provócate Cundinamarca". Ello es el reflejo de una estrecha relación con la actividad y liderazgo evidente en el incremento del área ecológica a nivel de la asociación, cuya fuente se encuentra en esta finca considerada como el modelo a seguir por los nuevos socios.

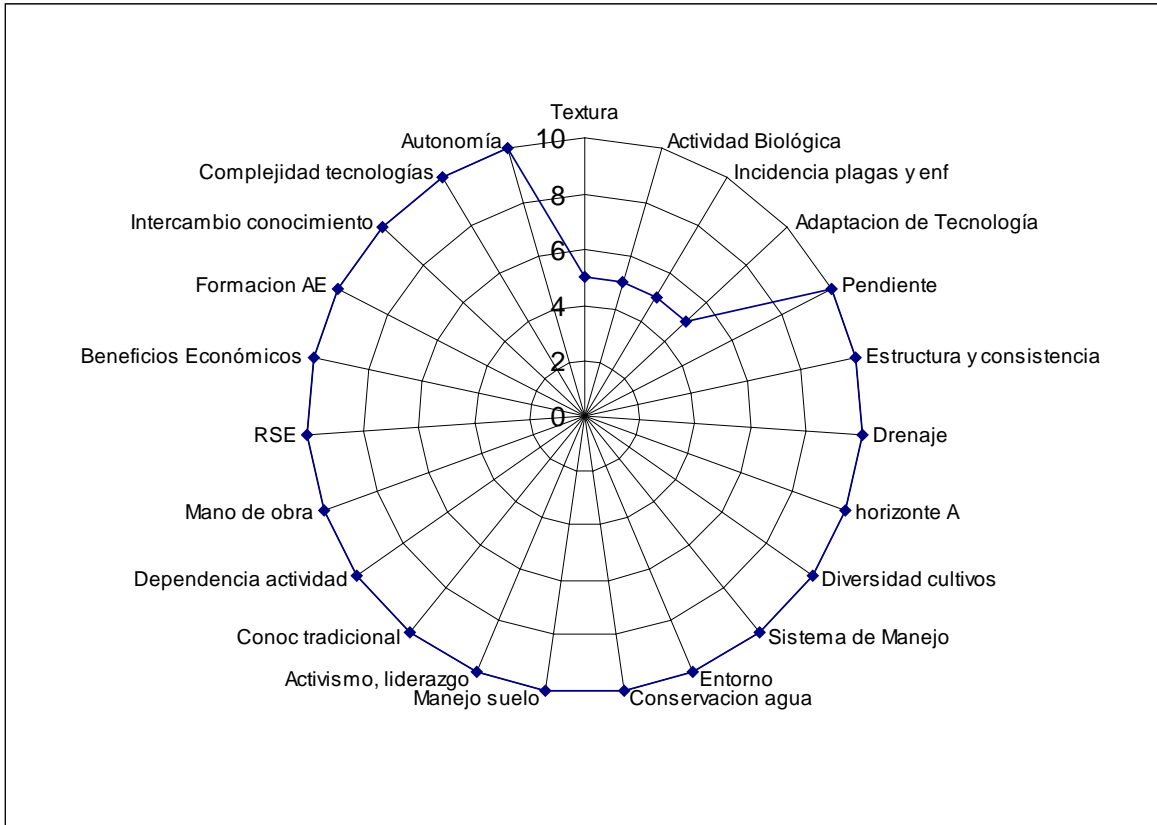


Figura 10. Gráfico de sostenibilidad de la finca San Luis.

1.5.5. Fincas de sostenibilidad media

Como ya se indicó, en este grupo se ubicaron las fincas Llano de Animas, El Diamante, Villa Leovi, Montecano y La Carolina que presentaron valores moderadamente altos de sostenibilidad (7.0, 6.83, 6.78, 6.52 y 6.30). Para facilitar la comprensión general y rápida de las características que son similares a este grupo de fincas, a continuación, se describirán dos de ellas (Montecano (6.5) y Villa Leovi (6.7)), incluyendo referencias a las otras fincas seleccionadas.

La finca Montecano (figura 11) se ubica en el municipio de Subachoque y su principal actividad se relaciona con la producción de fresa orgánica, en sistema de monocultivo. Ello quiere decir que el manejo de agrobiodiversidad es relativamente pobre, porque sólo incluye una rotación con pastos y no considera arreglos en bordes, franjas, aleopatía u otro manejo que contribuya a incrementar la diversidad de cultivos.

En cuanto a su entorno, la finca está rodeada por potreros, cultivos convencionales y una carretera, con barreras sintéticas y algunos eucaliptos y no posee barreras vivas que ayuden a mitigar las bajas temperaturas que constituyen un riesgo para el cultivo de fresa y por las cuales ya se han ocasionado pérdidas económicas.

El suelo dominante en la finca pertenece al subgrupo taxonómico Pachic Melanudands, de color negro (10 YR 2/1) y textura franco arcillo limosa. Presenta algunos factores limitantes relacionados con su estructura, al ser un suelo suelto y polvoso. Presenta poca actividad biológica representada en algunas lombrices y artrópodos. Es mal drenado y de fertilidad media a baja.

El sistema de manejo es orgánico en transición a ecológico. Esto quiere decir que, como ya se expresó, la finca se basa principalmente en sustitución de insumos externos de origen químico por algún grado de utilización de insumos biológicos, sin apelar al manejo integrado del agroecosistema. Presenta dependencia de insumos externos, por lo cual el valor de autonomía es bajo, ya que se invierte gran cantidad de dinero en la adquisición de productos acondicionadores de suelo, con el objeto de mitigar la mencionada baja fertilidad, aunque en la finca también se producen otros insumos que aportan materia orgánica al suelo en forma de compostaje y lombricompost.

En relación al componente socio – económico, hay poco liderazgo, la mano de obra es contratada y las labores se distribuyen entre la cría del ganado, manejo de pasturas y cultivo de fresa. Los beneficios económicos no cumplen las expectativas del agricultor, lo cual se debe a la frecuente dificultad en la comercialización. La actividad está enfocada hacia la obtención de beneficios económicos y el intercambio de conocimiento es bajo. La relación con universidades, centros de investigación u otros agricultores es escasa, aun cuando se han presentado daños en el cultivo y pérdidas por la falta de conocimiento atribuidos en parte a la baja asistencia técnica.

Vale la pena aclarar que, aunque esta es la única finca dedicada al monocultivo orgánico de fresa, las demás fincas de grupo comparten la dependencia de insumos externos y la contratación de mano de obra externa, al igual que su orientación al mercado nacional cuyas ventas se realizan a través de intermediarios.

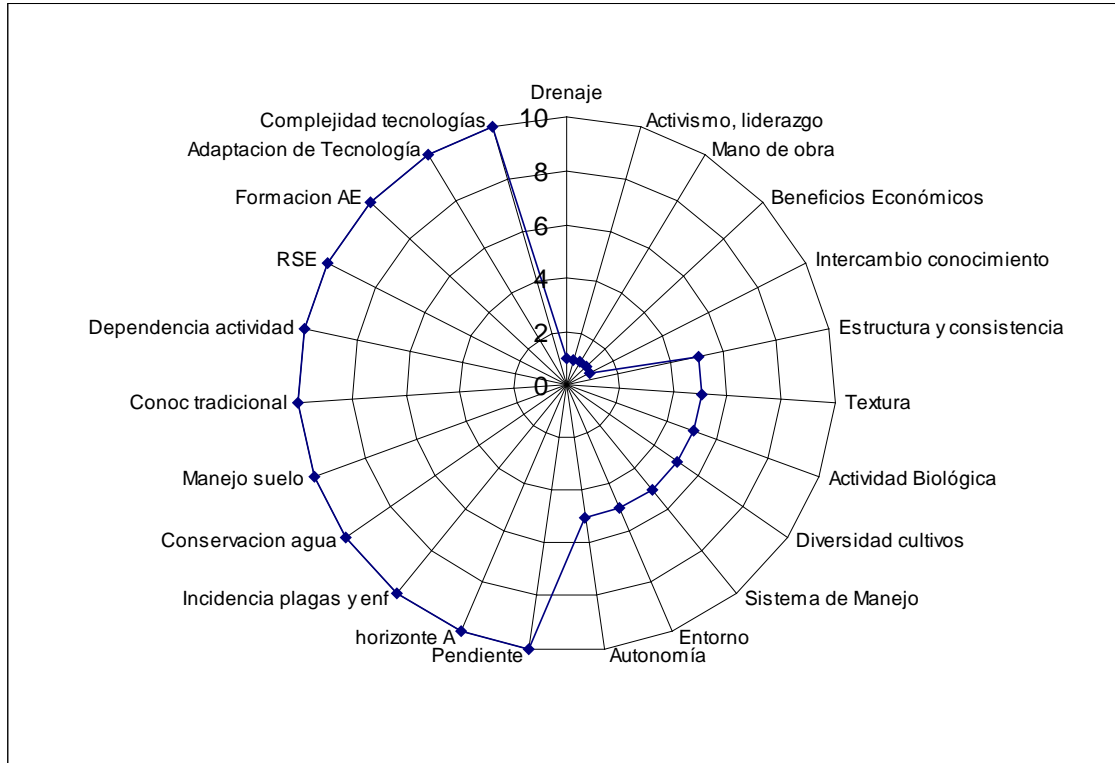


Figura 11. Gráfico de sostenibilidad de la finca Montecano.

Lo anterior se aplica también para la finca Villa Leovi (6.78), localizada en el municipio de Nemocón, vereda La Granja y 2594 m. s. n. m. (figura 12).

La finca se dedica a un amplio rango de hortalizas (espinaca, lechugas, brócoli, zanahoria, puerro, acelgas, tomate y calabacín) que se siembran a nivel comercial. Su manejo de agrobiodiversidad incluye las rotaciones, cultivos trampa alrededor del cultivo y utilización de plantas acompañantes con criterios de alelopatía. Además, la finca posee barreras vivas de sauces y eucaliptos que promueven la conservación del agua del vallado que se encuentra bordeando una porción de la parcela, sin embargo, no posee subsistemas que contribuyan a incrementar la heterogeneidad estructural del sistema.

Parte de esta finca se dedica a producción convencional de hortalizas utilizando plaguicidas de síntesis y parte se utiliza en producción de hortalizas orgánicas. Por lo tanto, en ambos casos se genera alta dependencia de insumos externos, aunque en ocasiones se preparan algunos abonos tipo compost, hidrolatos y caldos microbianos. Ello hace que la complejidad y la adaptación de tecnologías sean dos procesos calificados como bajos (5) en esta finca, factores que empujan a la baja el índice general de sostenibilidad, al igual que la calificación recibida para el entorno es 5.

De manera concomitante, también resultan bajos los intercambios de conocimiento, la valoración del conocimiento tradicional y la formación en

agricultura ecológica de los responsables de la producción. Cabe anotar que esta finca presenta un caso especial dicotómico puesto que, mientras el técnico encargado de planear y conducir los cultivos ecológicos se mantiene permanentemente informado sobre este tipo de procesos, el propietario manifiesta resistencia a implementar nuevas tecnologías de tipo ecológico.

Adicionalmente, no se invierten recursos ni tiempo en la formación de personal para adquirir conocimientos por otros medios como cursos, talleres e intercambio con otros agricultores. Esta falta de interacción podría deberse también a que la finca posee una marca propia (Hortifresco), que vende principalmente en las grandes superficies y con ello existe un cierto grado de temor a que la información fluya y favorezca a los posibles competidores.

Los suelos de esta finca corresponden a la subclase Typic Endoaquepts, Aeric Endoaquepts y Thapic Hapludands, algunos de los cuales son imperfecta a pobremente drenados, y superficiales (limitados por nivel freático alto con encharcamientos frecuentes), de texturas medias a moderadamente finas y baja evolución a partir de sedimentos clásticos hidrogénicos. En términos generales, llama la atención que la actividad biológica de estos suelos esté relativamente reducida (5), de acuerdo a la percepción manifestada por los propios trabajadores y que al mismo tiempo la estructura y consistencia del horizonte A presente buenas características. La calificación otorgada al manejo de suelos en esta finca (5) obedece esencialmente a la mayor incorporación de insumos externos altamente costosos en relación con aquellos que se preparan en finca.

La incidencia de plagas y enfermedades es relativamente alta (20-30%) en los sectores de la finca dedicados a la producción orgánica y ello puede explicarse debido al probable desplazamiento de algunas plagas presentes en los sectores de la finca dedicados al cultivo convencional en la misma finca. Adicionalmente, la zona correspondiente a la producción orgánica, se ubica en posiciones geomorfológicas de vega, en donde es alto el riesgo de inundación y en donde también se incrementa el riesgo de plagas y enfermedades en cultivos susceptibles, principalmente en época de lluvias.

En la dimensión socio – económica, se observan valores bajos en incorporación de mano de obra, pues el total de ésta es contratada, proceso jalonado por el ya citado proceso de incorporación a mercados de grandes superficies. Al igual que para la finca anterior (Montecano), la incorporación de conocimiento tradicional y adaptación de tecnología son bajos. No existen esquemas de incorporación de mano de obra familiar y la relación de los dueños con el sistema se da a través de la relación laboral mediante el seguimiento a los resultados obtenidos, situación que explica en parte las calificaciones bajas en el nivel socio – económico.

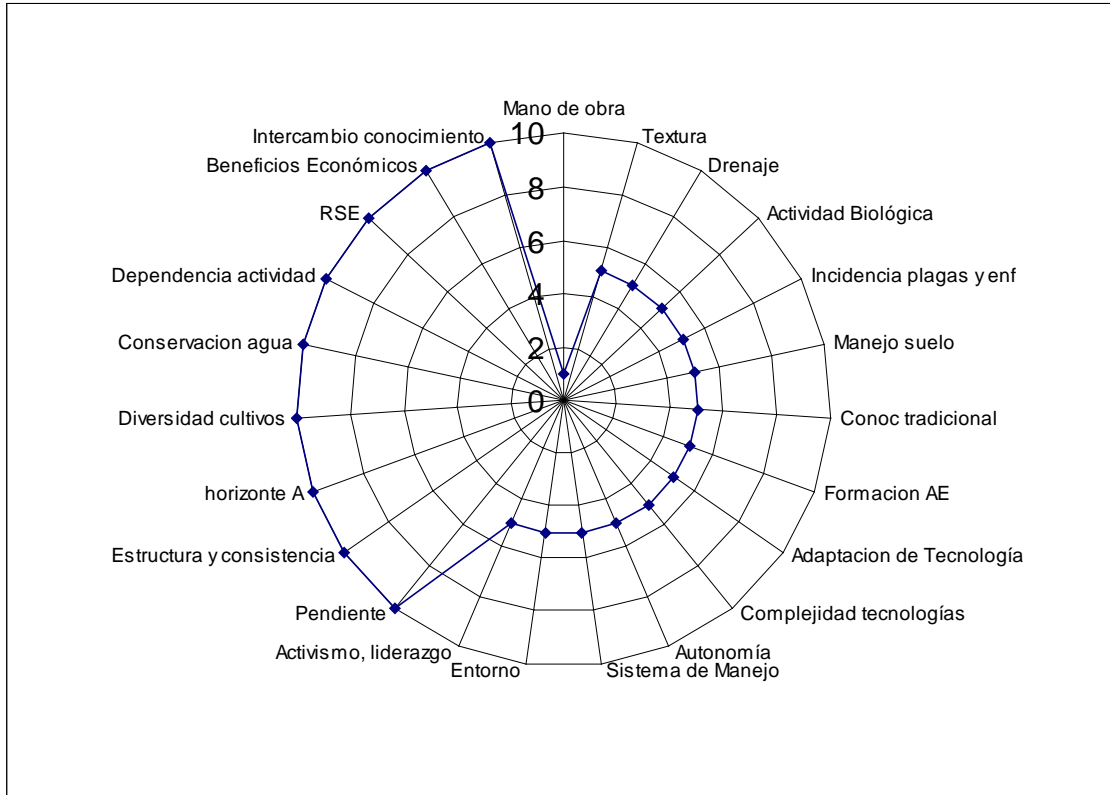


Figura 12. Gráfico de sostenibilidad de la finca Villa Leovi.

1.5.6. Fincas de sostenibilidad baja

En este grupo se describirán a continuación dos fincas: Hacienda La Santa María y Rancho Ramírez.

La finca Rancho Ramírez (figura 13) con valor de sostenibilidad de 5.3, está ubicada en el municipio de Tocancipá, a una altura de 2581 m. s. n. m., vereda Verganzo, rodeada por fábricas, explotaciones comerciales de eucalipto y potreros bajo manejo convencional. Posee manejo de agrobiodiversidad bajo (5) ya que en el sistema se cultivan únicamente tres productos (lechugas, tomate y calabacín) y el sistema de manejo obtiene una baja calificación (1) por ser netamente orgánico con alta sustitución y dependencia de insumos externos. Dichas hortalizas se cultivan bajo invernadero en un área aproximada de 0.64 ha, ya que el entorno no es favorable (1) y no posee biodiversidad *in situ* asociada al agroecosistema.

El suelo corresponde a la subclase Typic Haplustalfs, de baja evolución, moderadamente a bien drenado (5), de textura fina a moderadamente fina (franco arcillosa (5)) y estructura en bloques subangulares moderadamente desarrollada (10). Así mismo, el manejo del suelo es pobre y se califica con valor bajo (1) ya que es altamente dependiente de insumos externos, dejando de lado prácticas favorables en su conservación como los aportes de materia orgánica y nitrógeno a partir de abonos verdes y compostaje, entre otros. Por las razones mencionadas

también recibe una baja calificación en autonomía (1), al tratarse de un sistema orgánico altamente dependiente de los insumos externos tanto para manejo de suelo, como para el control de insectos plaga y enfermedades. La situación anterior también explica la baja adaptación (1) y complejidad de tecnologías (5) en el sistema.

En cuanto al manejo y conservación de agua, se obtuvo valor bajo (1) pues, aunque el sistema se maneja bajo invernadero, no se realizan prácticas de canalización de agua lluvia hacia reservorios u otras fuentes de agua alternativas para mitigar su escasez en la época seca.

En la dimensión socio – económica, se observan valores bajos en liderazgo para la promoción de la actividad. El productor, que habita principalmente en Bogota y ocasionalmente visita la finca, posee diferentes negocios y actividades que lo alejan parcialmente de la producción agrícola y por lo tanto su relación con la finca es parcial puesto que no depende económicamente de ella. En consecuencia, el proceso se realiza con baja aplicación de tecnologías e intercambio de conocimientos y se invierte poco tiempo y recursos en formación de personal en temas de agricultura ecológica.

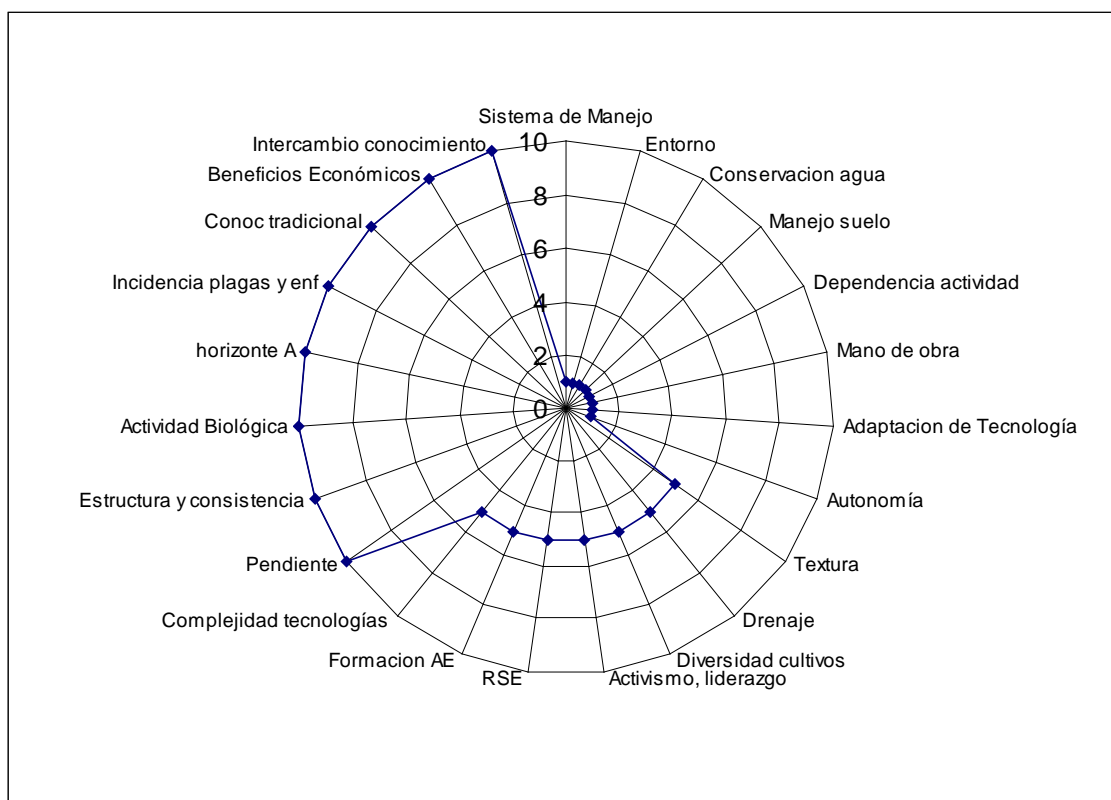


Figura 13. Gráfico de sostenibilidad de la finca Rancho Ramírez.

La Hacienda La Santa María (figura 14), propiedad de la universidad La Gran Colombia, está ubicada en el municipio de Chía a 2601 m. s. n. m, y obtuvo promedio general de sostenibilidad de 4.3. Su entorno obtuvo valor bajo (1), pues la finca se encuentra rodeada por cultivos convencionales y potreros. Adicionalmente, existen factores de riesgo asociados a la cercanía de la finca al Río Bogotá, tanto por su alto grado de contaminación como por las posibilidades de inundación que presentan las zonas adyacentes ubicadas en posición de basines y en donde no es posible adelantar procesos productivos agrarios.

La finca está dedicada exclusivamente al cultivo bajo invernadero (aproximadamente 3 ha) de zanahoria, tomate y lechuga y por lo tanto la agrobiodiversidad es muy baja. La finca no posee barreras vivas, estrategias de manejo de arvenses, inclusión de alelopatía ni cultivos trampa que permitan pensar en alta estratificación o conectividad entre sus distintas parcelas. Por lo tanto la calificación asignada para este componente fue de 5.

Su sistema de manejo es orgánico, en transición a ecológico por lo cual se otorga un valor medio en la calificación (5). La finca presenta alta dependencia en la utilización de insumos orgánicos que en su mayor parte son adquiridos en el mercado (acondicionadores de suelo, biofertilizantes y bioplaguicidas), complementados con la producción propia de materiales fermentados tipo compost aplicados en grandes volúmenes.

Debido fundamentalmente a que la finca se ubica sobre el plano de inundación del Río Bogotá, sus materiales constituyentes corresponden principalmente a arcillas de la formación Sabana cuya naturaleza mineralógica se expresa en materiales arcillosos de relación 2:1, principalmente smectitas que se expanden y contraen en función de sus contenidos de humedad. Este material origina suelos muy pesados y de difícil manejo (serie Río Bogotá) una de cuyas características es la ausencia de estructura ya que se trata de materiales masivos, muy pegajosos, poco plásticos y friabilidad dura en seco. Adicionalmente, son suelos mal drenados, con pocos signos visibles de actividad biológica y contenidos relativamente bajos de materia orgánica.

Todo lo anterior dificulta el establecimiento de los cultivos, ocasionando quiebres en las raíces de muchos cultivos por la expansión y contracción de las arcillas y rompimiento de tubérculos al momento de la cosecha, situaciones que en su conjunto obligan a la introducción de continuas y eficientes prácticas de manejo y conservación de suelos que, de no darse, implica serias dificultades para el desarrollo de los cultivos. Tales prácticas están ausentes en la finca Hacienda La Sta María, razón por la cual su calificación asignada fue de 5. De igual manera, tales condiciones afectan la salud de los cultivos, fenómeno que se observó al momento de la visita, puesto que más del 50 % de los cultivos en general reporta incidencias de plagas y enfermedades.

Por otra parte, aunque el manejo del recurso hídrico se realiza a través de un sistema de canalización de aguas lluvias que las transfiere desde los invernaderos

hacia reservorios utilizados para el riego, aunque persisten los problemas de inundaciones mencionados anteriormente.

En la dimensión socio – económica, se presentan puntos a favor y en contra. En los primeros y por tratarse de un centro educativo, quienes manejan el sistema han procurado mantenerse a la vanguardia en el manejo de sistemas agroecológicos, mediante cursos, capacitaciones y talleres. Sin embargo, no incluyen procesos de intercambio de conocimientos con otros centros de investigación ni aplicación de conocimiento tradicional. La adaptación de tecnologías es baja, pues está limitada a la elaboración de compostaje y algunos abonos orgánicos para el mantenimiento de los cultivos, siendo necesario incorporar aquellas que promuevan el manejo ecológico del agroecosistema para disminuir las incidencias de plagas y enfermedades, que como se mencionó anteriormente son altas.

La relación beneficio – costo es negativa, debido principalmente a que todas las labores agrícolas se realizan con mano de obra contratada y los cultivos no producen los rendimientos esperados dadas las fuertes limitaciones señaladas anteriormente. La misión de la finca es servir de centro demostrativo en la práctica de la agricultura ecológica, por lo cual los rendimientos económicos no son prioridad.

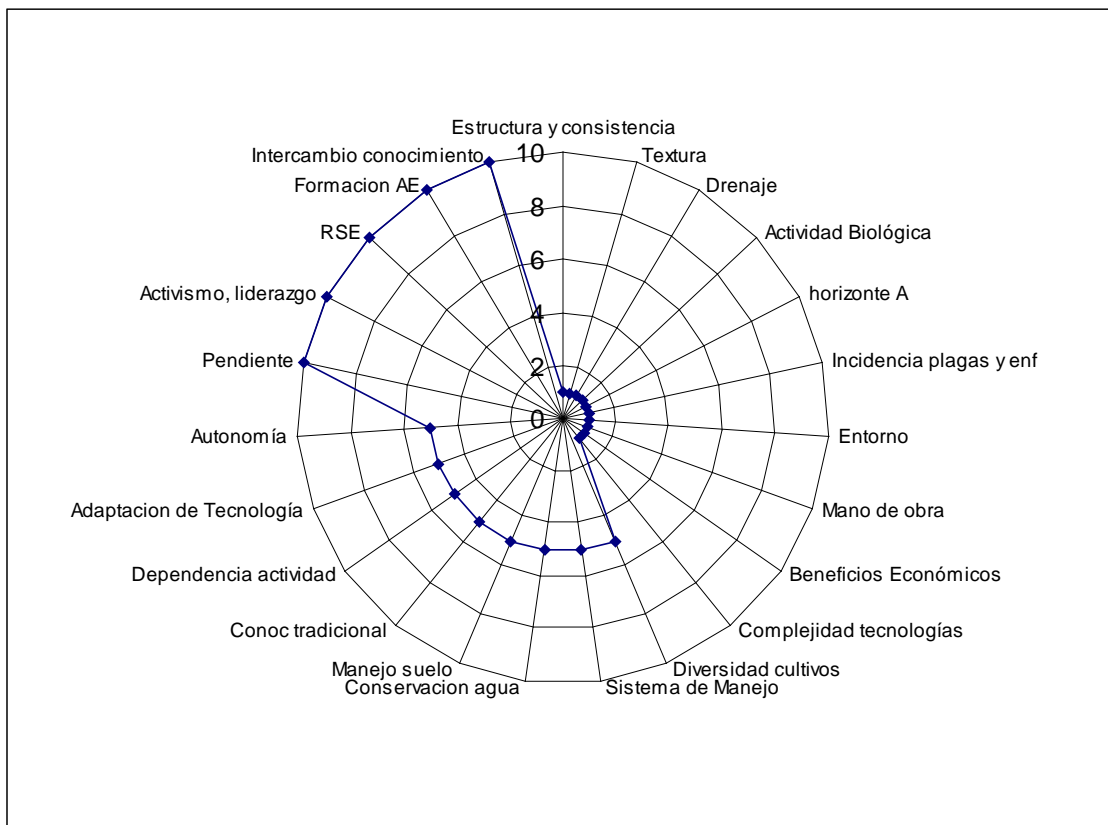


Figura 14. Gráfico de sostenibilidad de la finca Hacienda La Santa María.

CONCLUSIONES

Con base en el piso térmico fue posible obtener tres grupos diferenciados de fincas, en los cuales predominó el frío y húmedo transicional a seco con 14 fincas (48.2%), cuyas características predominantes son las pendientes suaves y fertilidad moderada. En la zona fría y húmeda hay 9 fincas (31.03%), cuyos suelos se encuentran en áreas de pendiente fuerte con susceptibilidad a erosión hídrica y en el piso térmico frío y seco 6 fincas (20.68%), cuyos suelos son de tipo Fluvaquentiq endo aquepts y Typic Haplustalfs, con limitaciones ocasionadas por pedregosidad superficial.

La mayor parte de las fincas está dedicada a la producción de hortalizas con aplicación de diversos estilos de agricultura ecológica, sus prácticas se enfocan principalmente en compostajes, rotaciones, policultivos y cultivos en asocio y sus tecnologías más aplicadas son purines, hidrolatos, abonos compostados, caldos microbianos y control alelopático, orientadas éstas últimas al mantenimiento de la fertilidad y biodiversidad edáfica, manejo de agrobiodiversidad en tiempo y espacio, protección a cultivos, conservación de agua y promoción de mecanismos de resistencia en plantas. Lo anterior, obedece de una parte a la preocupación que existe por parte de los agricultores por mantener su sistema dentro de las normas exigidas para la producción ecológica y de otra, al desarrollo de habilidades para el manejo de sistemas de agricultura ecológica obtenidos a través de procesos formativos e intercambio de conocimientos.

La mayoría de los agricultores ecológicos en la zona de estudio son profesionales (72.4%), residentes en Bogotá, orientados al mercado nacional de productos ecológicos y propietarios de finca, cuyos ingresos no dependen de la agricultura ecológica.

La clasificación jerarquizada por tipologías permitió obtener dieciocho clusters con 23 fincas, según sus cercanías en los componentes físico – biótico, tecnológico y socioeconómico. En la primera clasificación a nivel general, se obtienen cinco clusters que agrupan diez fincas, en la segunda clasificación con base en sus componentes físico-bióticos, se obtienen seis clusters que incluyen ocho fincas nuevas y en la clasificación según componentes tecnológicos y socioeconómicos se obtienen siete clusters diferentes con seis fincas nuevas. Por lo tanto, la metodología empleada brinda la posibilidad de seleccionar una muestra representativa de fincas ecológicas en la sabana de Bogotá, sin perder de vista la amplia diversidad de características físico-bióticas, socioeconómicas y tecnológicas encontradas durante la fase de caracterización.

En la evaluación de sostenibilidad mediante indicadores fue posible diferenciar fincas con valores altos, medios y bajos. La alta sostenibilidad se debe a la capacidad de los agricultores para integrar sus sistemas productivos,

considerando diversos aspectos para el manejo de agrobiodiversidad en tiempo y espacio, ciclaje de nutrientes, conservación de suelos y agua, mantenimiento de la biodiversidad y fertilidad edáfica, tecnologías de protección a cultivos, mejoramiento de las condiciones de vida de los trabajadores, alta heterogeneidad estructural (diversidad de subsistemas), alta autonomía, adaptación y transferencia de conocimiento y tecnología y altos niveles de asociatividad. En contraste, las fincas con sostenibilidad baja poseen suelos de baja evolución y difícil manejo, entorno desfavorable (cultivos convencionales, zonas inundables), baja agrobiodiversidad, sistema de manejo orgánico con alta dependencia de insumos, poca aplicación de tecnologías, bajo liderazgo y poca o nula participación con otros actores involucrados en el desarrollo de la agricultura ecológica.

Este trabajo, constituye la línea base para posteriores investigaciones en aspectos que pueden ser desarrollados con mayor detalle, como es el caso del manejo ecológico de plagas, impacto de la producción ecológica en la fertilidad y biodiversidad edáficas, impactos de la institucionalidad en el desarrollo de la agricultura ecológica, entre otros.

BIBLIOGRAFIA

Altieri, M. A. 1987. Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Wetsview Press. Boulder. Pág: 32 – 37.

Altieri, M. A. 1994. En: Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Ediciones Científicas Americanas. Pág: 30.

Altieri, M. A. 1999. Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan - Comunidad. Págs: 19 - 33.

Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Págs: 17 - 24.

Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2003. Soil fertility Management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. Soil and Tillage Research, 72, 203.

Bunch, R. 2008. El manejo del suelo vivo. LEISA: Revista de agroecología. Sept. 2008, Vol. 24, No. 2.

Conesa, F. V. 1995. Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental. En: Escobar, C.A. y Espinosa, A. 2002. Propuesta metodológica de evaluación de sostenibilidad en sistemas de producción orgánicos (MESSO). Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

CORPOICA – IAVH. 2005. Evaluación acerca del estado del conocimiento de sistemas productivos ecológicos en la región andina y su uso como herramienta de conservación de la biodiversidad. Informe final.

Duarte, et al. 1996. Conceptos básicos sobre la metodología de sistemas de producción. CORPOICA. Bogotá. Págs: 2 – 16.

Escobar, G y Berdegué, J. 1990. Conceptos y Metodologías para la tipificación de sistemas de finca: La Experiencia de RIMISP. En: Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Santiago de Chile. Págs: 13 – 43.

Escobar, C.A. y Espinosa, A. 2002. Propuesta metodología de evaluación de sostenibilidad en sistemas de producción orgánicos (MESSO). Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

Espinosa, D. C. 2004. Caracterización De La Producción Ecológica En Colombia. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IIICA. Oficina en Colombia.

Funes-Monzote, F., López-Ridaura, S. y Tittonell, P. 2009. Diversidad y eficiencia: elementos clave de una agricultura ecológicamente intensiva. LEISA: Revista de agroecología. Abril 2009, Vol. 25, No. 1.

Garrido, S. (ed.), 2006. Recomendaciones y estrategias para desarrollar la Agricultura Ecológica en Iberoamérica. Proyecto XIX.4 de la Red CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) "Normativas de Agricultura Orgánica para Iberoamérica". 228 pp.

Galván – Miyoshi et al. 2008. En: Astier et al. Evaluación de Sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional. Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. España. Págs: 41 – 58.

Giampietro, M. 2004. En: Astier et al. Evaluación de Sustentabilidad: Un enfoque dinámico y multidimensional. Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. España. Págs: 41 – 58.

Gliessman, 1998. En: Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Ediciones Científicas Americanas. Pág: 30.

Guzmán, et al. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundiprensa. Madrid. Págs: 81 – 112.

Holdridge. L. R. 1966. En: IGAC. 1977. Zonas de Vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Vol XIII. No. 11.

IGAC. 1977. Zonas de Vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Vol. XIII. No. 11.

IGAC. 2000. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Cundinamarca. Tomo II.

IGAC – CORPOICA. 2002. Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia. Bogotá, D. C. Págs: 13 – 45.

IGAC, ICA. 1985 y 1987. En: IGAC – CORPOICA. 2002. Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia. Bogotá, D. C. Págs: 13 – 45.

Leiva, F. R. y Villalobos, R. R. 2007. Evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrícolas de clima frío: caso papa (*Solanum tuberosum*). Universidad Nacional de Colombia. UNIBIBLOS. Bogotá, D. C. Págs: 5 – 96.

León, S. T. 2007. Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia Hombre y Arcilla. ECOE ediciones – Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales. 287 p.

López – Ridaura, S, Masera, O y Astier, M. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. Ecological Indicators 35 (2002): 1 – 14.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2004. Situación actual de la agricultura y la ganadería ecológica en Colombia. Direcciones de Política Sectorial y de Desarrollo tecnológico – Grupo de Sostenibilidad Agropecuaria y Gestión Ambiental. Bogotá. 21 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), 2007. La Agricultura Ecológica en Colombia. Bogotá. Págs: 1 – 20.

Nicholls, C. I. y Altieri, M. A. 2008. Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. LEISA: Revista de agroecología. Sept. 2008, Vol. 24, No. 2.

Odum, E. P. 1984. En: Altieri, M. A., 1999. AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad. Montevideo. Págs: 15 – 20.

Oelhaf. 1978. En: Guzmán, et al. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundiprensa. Madrid. Págs: 81 – 112.

Pret, 1994. En: Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Ediciones Científicas Americanas. Pág: 30.

Reijntjes, C. 2009. Los pequeños agricultores: la clave para conservar la diversidad. LEISA: Revista de agroecología. Abril 2009, Vol. 25, No. 1.

Reinjtjes et al., 1992. En: Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Ediciones Científicas Americanas. Págs: 27 - 33.

Ridaura et al. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. Ecological Indicators. Págs: 1 – 14.

Rodríguez, D. 2005. Agricultura Ecológica Aplicada. Tecnología en la agricultura moderna. Bogotá, D.C. 230 p.

Rodríguez, P y Carvajal, G. 1996. Caracterización de sistemas de producción. Módulos para la capacitación metodológica de las UMATA. Bogotá. Págs: 1 – 16.

Russo, R. 1994. Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de la agricultura sostenible. Agroforestería en las Américas. Abr – Jun: 10 – 13.

Schuphan, 1974. En: Nicholls, C. I. y Altieri, M. A. 2008. Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. LEISA: Revista de agroecología. Sept. 2008, Vol. 24, No. 2.

Shaner, W. W. 1982. En: Escobar, G y Berdegué, J. 1990. Conceptos y Metodologías para la tipificación de sistemas de finca: La Experiencia de RIMISP. En: Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola. Santiago de Chile. Págs: 13 – 43.

Sparks, D. N. 1973. Euclidean Cluster Analysis. Applied Statistics, v. 28, n. 1, p.100-108.

Stone et al., 1989. En: Guzmán, et al. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundiprensa. Madrid. Págs: 81 – 112.

Villota, M. M. y Rodríguez, E. G. 1993. Identificación y Caracterización de los Sistemas de Producción Agrícola y Pecuaria. ICA. Págs: 9 – 135.

Vandermeer, 1995. En: Altieri, M. A. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Ediciones Científicas Americanas. Pág: 28.

ANEXOS

**ANEXO 1. EVALUACIÓN RÁPIDA DE SOSTENIBILIDAD FINCAS AGROECOLÓGICAS
SABANA DE BOGOTÁ**

DIMENSION	CRITERIO	INDICADOR	MEDICIÓN
Físico biológica	- Calidad de suelo	Pendiente	Pendientes superiores al 50% (1) Entre el 25 – 50% (5) Entre 1 – 25% (10)
		Estructura y consistencia	Suelo polvoso sin gránulos visibles (1) Suelo suelto con pocos gránulos de tamaño medio que se rompen al aplicar presión (5) Suelo friable y granular, de tamaño medio y grande los agregados se mantienen aun aplicando presión (10)
		Textura	Suelos arenosos y / o arcillosos; arenoso – franco; franco – arenoso (1) Suelos franco – arcillosos/, arenosos/ limoso, arcillo – limosos /arenosos (5) Suelos francos (10)
		Drenaje	Mal drenados (1) Moderadamente drenados (5) Bien drenados (10)
		Actividad biológica	No hay signos de actividad biológica, no se observan lombrices ni artrópodos (1) Se observan algunas lombrices y artrópodos (5) Mucha actividad biológica, abundante presencia de lombrices y artrópodos (10)
		Color y espesor del horizonte A	Suelo de colores claros (amarillos –rojizos), con menos de 20 cm de espesor (1) Suelo pardo claro o rojizo, mayor a 20 cm de espesor

DIMENSION	CRITERIO	INDICADOR	MEDICIÓN
			(5) Suelo negro o pardo oscuro, mayor a 20 cm de espesor (10)
	Salud del Cultivo	% incidencia de plagas y enfermedades	Más del 50% del cultivo reporta incidencia en plagas y enfermedades (1) Entre el 20 y 30% del cultivo presenta incidencia de plagas y enfermedades (5) Menos del 20% presenta incidencia de plagas y enfermedades (10)
		Diversidad de Cultivos	Monocultivo (1) Policultivo con presencia de 2 – 3 cultivos diferentes (5) Policultivo con presencia de más de 3 cultivos diferentes y además incorpora plantas alelopáticas (10)
		Sistema de Manejo	Orgánico, manejado con sustitución de insumos biológicos (1) En transición de orgánico a ecológico, con algún grado de utilización de insumos biológicos (5) Ecológico con utilización mínima de insumos e incorporación de diferentes arreglos (bordes, franjas, policultivos, etc) (10)
	Influencia del Entorno	Entorno	Rodeado por cultivos convencionales, potreros, fábricas o carretera (1) Rodeado por especies forestales exóticas (5) Rodeado de vegetación nativa (10)

DIMENSION	CRITERIO	INDICADOR	MEDICIÓN
		Conservación del recurso hídrico	<p>Depende del agua obtenida de fuentes externas (acueducto, ríos, pozo profundo, etc) (1)</p> <p>Depende de fuentes externas y ha iniciado estrategias de conservación del agua (reciclaje, captura de agua lluvia, etc) (5)</p> <p>Cuenta con un sistema de gestión para la conservación del agua (reservorios, cosecha de agua, canales, etc) (10)</p>
		Manejo del Suelo	<p>Compra de insumos acondicionadores del suelo (1)</p> <p>Incorporación en algún grado de materiales producidos en la finca y compra moderada de insumos (5)</p> <p>Más del 80% de los insumos se producen en la finca (10)</p>
Socio económica	– Nivel de participación	Activismo, liderazgo	<p>No hay participación en actividad alguna (1)</p> <p>Existe algún grado de vinculación con la comunidad (asociación, organización, etc) (5)</p> <p>Gran actividad en procesos participativos comunitarios (talleres u otros), participación de las comunidades vecinas (10)</p>
	Autogestión	Utilización de conocimiento tradicional	<p>No hay incorporación de conocimiento o técnicas ancestrales ni intercambio de materiales o insumos (semillas, plántulas u otros)</p>

DIMENSION	CRITERIO	INDICADOR	MEDICIÓN
			(1) Existe algún grado de intercambio de información ancestral y de materiales o insumos (5) Utilización de conocimiento y / o técnicas tradicionales, variedades locales, creatividad, intercambio de información ancestral y de materiales o insumos (10)
	Dependencia de la actividad	Relación con la actividad agraria	No hay relacion directa, no permanece en la finca (1) Relaciones intermedias con la producción, depende parcialmente de la actividad y visita regularmente la finca (5) Fuerte relación con la producción agraria, el propietario depende de la finca (10)
	Mano de obra	Incorporación de mano de obra	El total de mano de obra utilizada es contratada (1) Utilización de mano de obra contratada y familiar (5) Utilización de mano de obra contratada, familiar y participación comunitaria (10)
	Enfoque productivo	Responsabilidad Social Empresarial	No Promueve el desarrollo humano sostenible tanto en trabajadores como usuarios, en materia de capacitación, organización, equidad entre otros (1) Parcialmente promueve el desarrollo humano sostenible tanto en trabajadores como usuarios, en materia de

DIMENSION	CRITERIO	INDICADOR	MEDICIÓN
			capacitación, organización, equidad entre otros (5)
			Promueve el desarrollo humano sostenible tanto en trabajadores como usuarios, en materia de capacitación, organización, equidad entre otros (10)
		Beneficios	La relación entre las inversiones y utilidades es negativa (1)
		Económicos	La relación entre las inversiones y utilidades es cero (5)
			La relación entre las inversiones y utilidades es positiva (10)
		Nivel de formación en AE	Nunca ha asistido a un curso (1)
			Por lo menos ha asistido a un curso (5)
			ha asistido a más de un curso (10)
		Adaptación	No genera/adapta tecnologías en AE (1)
		Tecnología	Recibe tecnología con universidades y centros de investigación (5)
			Recibe y adopta transferencia de conocimiento y tecnología (10)
		Intercambio	No recibe asistencia técnica (1)
		de	Recibe asistencia técnica con frecuencia (5)
		conocimiento	Recibe asistencia técnica permanentemente (10)
		Complejidad	Uso simplificado de un bajo número de tecnologías (2-3) (1)
		de tecnologías	Uso moderado de un rango

DIMENSION	CRITERIO	INDICADOR	MEDICIÓN
			<p>mayor de tecnologías (3-5) dirigido a algunos compartimentos del agroecosistema (5)</p> <p>Manejo integrado del agroecosistema con uso diverso de tecnologías incorporando recursos del entorno(10)</p>
		Autonomía	<p>Dependencia completa de insumos externos (1)</p> <p>Equilibrio entre insumos externos e internos (5)</p> <p>Predominio del uso de recursos internos (10)</p>

ANEXO 2. HORTALIZAS

HORTALIZAS				
Producto	Variedad	Producto	Variedad	
		Guisantes		
Apio		Habas		
Arveja		Habichuelina		
Acelga	roja verde	Lechugas	romana verde crespa morada escarola batavia verde lisa	
Acedera				
Alcachofa				
Brocoli	corvet			
Calabacin	verde amarillo	Nira Papas	criolla pastusa pepina	
Calabaza				
Cebollas	cabezona puerro larga	Perejil	crespo liso	
Cebollín				
Cilantro		Pimentón	rojo	
		Rabano	rojo	
Cogollitos	de	Remolacha		
tudela				
Coles	de	Repollo	morado	
bruselas			verde	
Cubios		Ruibarbo		
Coliflor		Rúgula		
Espinacas	baby bogotana tierna bolero viroflay	Tomates	milano cherry larga vida chonto	
		Yacón		
		Zanahorias	Común, chaternay	baby,

ANEXO 3. DIVERSIDAD IN SITU

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Acacias	<i>Acacia melanoxylon</i>	Eucaliptos	
Agua monte		Eugenia	<i>Eugenia sp</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>		
		Gaque	<i>Clusia multiflora</i>
Alcaparro	<i>Senna viarum</i>	Guayacán	<i>Lafoensia acuminata</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>		
		Holly	<i>Pyracantha coccinea</i>
Arboloco	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Jazmines	<i>Pittosporum undulatum</i>
Arrayan	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	Laurel	<i>Morella parvifolia</i>
Borrachero	<i>Brugmansia candida</i>	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>
Calistemo rojo			
Cedro	<i>Cedrela montana</i>	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
Cerezo	<i>Prunus serotina</i>		
Cenizo	<i>Tetrorchidium boyacanum</i>	Pinos	<i>Decussocarpus rospigliosii</i>
		Rastrojos	
Ciro	<i>Baccharis macrantha</i>	Retamo liso	<i>Teline monspesulana</i>
Chusque		Salvio de monte	<i>Buddleja americana</i>
		Sangregados	<i>Croton funkianus</i>
Cucharos	<i>Myrsine coriacea</i>	Sauces	<i>Salix humboldtiana</i>
Chicalá	<i>Tecoma Stans</i>	Saucos	<i>Sambucus peruviana</i>
		Siete cueros	<i>Tibouchina lepidota</i>
Espino blanco	<i>Duranta mutisii</i>	Tibar	<i>Escallonia floribunda</i>
Encenillos	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Tilo	<i>Sambucus peruviana</i>