

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN CIENCIA DEL SUELO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO FINAL PARA OPTAR AL
TITULO DE MAGÍSTER SCIENTIARUM EN CIENCIA DEL SUELO**

COMITÉ ASESOR

TUTORA

Dra. Adriana Florentino de Andreu

ASESORES

Dra. Trinidad Pérez Levy (ULA).

Msc. Marisela Ponce (UCV).

Veredicto

Veredicto

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso por estar siempre conmigo, iluminando mi camino y dándome fortaleza para seguir luchando.

A mí padre que me ha brindado el apoyo con mi familia y representa esa columna de respeto, responsabilidad que todo ser necesita.

A los productores y productoras Maritza de Lozada, Pedro Lozada, Maribel de Santos y al Sr. Jesús Portillo que son los actores principales de esta investigación que permitieron llevar a cabo este interesante trabajo, sin ningún interés alguno. Gracias por generar y aportar toda la información que permitió la complementariedad de nuestros saberes.

A la profesora Adriana Florentino, por brindarme su orientación, apoyo y confianza incondicionalmente durante mis etapas de estudios en la Facultad.

A las Profesoras Trinidad Perez Levy y Marisela Ponce por sus oportunas y valiosas asesorías y sugerencias en la revisión del documento final.

A la Dra. Consuelo Quiroz, por ser pionera en el estado Trujillo en utilizar metodologías de Investigación cualitativas este trabajo recoge parte de sus enseñanzas.

A mis compañeras Lily Marcano, Mariana León, Marisol López y a ti Cecilia Madrid que siempre estarás en nuestros corazones.

Al FONACIT por el apoyo económico parcial para la realización de esta investigación a través del Proyecto G-2002000557.

DEDICATORIA

**A mí hija Altair Celeste Tovar Godoy
A mí hijo Jesús Alejandro Tovar Godoy,
por tener tanta paciencia, comprensión y ver en sus sonrisas la grandeza del
amor sublime.**

**A ti madre que siempre estarás conmigo.
Junto a mis dos sobrinos Heider Daniel y Elio José que partieron tan jóvenes.
¡Los amo!**

RESUMEN

Los sistemas de agricultura campesina se caracterizan por su alta biodiversidad, poseen diferentes estratos verticales de cobertura, una compleja estructura y múltiples funciones ambientales. Por otra parte, los sistemas diversificados engloban culturas, costumbres y conocimiento local que permiten el ordenamiento espacial de la estructura de cada sistema productivo. Estos sistemas diversificados aún existen en el estado Trujillo, especialmente en el sector Loma de la Paz - La Chapa, Municipio Trujillo, sin embargo los mismos están desapareciendo para establecer sistemas de monocultivo, específicamente cítricos, generando graves procesos de degradación de tierras. El objetivo de este estudio fue “evaluar la calidad del suelo en tres sistemas de agricultura campesina y su relación con la diversidad de especies vegetales en la comunidad agrícola La Chapa del estado Trujillo, incorporando el conocimiento local tradicional. Para conocer la estructura horizontal u ordenamiento espacial de cada sistema productivo se utilizó la metodología de Zonas de Manejo, la cual permite caracterizar e identificar los usos y manejos de cada área, generando mapas locales de diversidad biológica. Así mismo, para integrar la evaluación del suelo en cada zona de manejo se utilizó la metodología cualitativa e interpretativa, basada en la Teoría Fundamentada en Datos, la cual permite descubrir y desarrollar teorías a través de un análisis de datos; para ello se utilizaron entrevistas abiertas semiestructuradas, que se basaron en la recolección y análisis de datos, permitiendo caracterizar el conocimiento local etnopedológico que tienen los agricultores, esto permitió generar mapas de clasificación de los suelos, y de acuerdo a la capacidad de uso y manejo, que tiene el productor en su unidad de producción. Se determinó densidad aparente, D_a (Mg.m^3), conductividad hidráulica saturada, K_s (cm.h^{-1}), porosidad total, PT (%), macroporos (%), ($P_r > 15 \mu\text{m}$), estabilidad de los agregados (AE) (%), distribución y tamaño de partículas (Textura); las variables químicas evaluadas: pH, materia orgánica, % MO, nitrógeno total, %N, Calcio, Ca^{+2} , y Fe^{+3} , y en cuanto a las variables biológicas se determinó respiración edáfica. Se trazaron transectas para los puntos de muestreo, con profundidades entre (0 – 20 cm) y (20 – 40 cm). Los resultados obtenidos en esta investigación generaron mapas locales de clasificación de suelos, de acuerdo a la diversidad de especies cultivadas, así mismo se generó un índice de diversidad biológica e intensidad de uso del suelo. En cuanto al conocimiento local de los productores se logró codificar palabras claves como “tierra flaca”, “tierra negra”, vitaminas del suelo, presencia de lajitas, que indican diferentes condiciones o propiedades del suelo. Los resultados del análisis del suelo indican que estos son extremadamente ácidos, (pH entre 3- 3,9), con altos contenidos de materia orgánica, (3 – 9 g.Kg^{-1}), altos contenidos de hierro (80 – 2000 $\text{cmol}_c.\text{Kg}^{-1}$) y presencia de aluminio intercambiable, de igual manera bajos contenido de las bases de intercambio. En cuanto a las variables físicas, la densidad aparente varió entre 0,8 a 1,7 Mg.m^3 . En cuanto a la conductividad hidráulica saturada los valores encontrados fueron desde 1,15 hasta 65 cm.h^{-1} . El porcentaje de la porosidad total estuvo comprendida entre (30 y 80%); encontrándose diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en las diferentes sistemas. El % de agregados estables $> 0,25\text{mm}$ varió entre 33 – 69 %. En cuanto a la variable biológica, se encontraron valores entre 53,20–63,52 $\text{mcgCO}_2.\text{gr}^{-1}\text{suelo.días}^{-1}$ de incubación, en las diferentes zonas de manejos. Estos resultados de laboratorio muestran el papel de la diversidad de la biomasa en el suelo, creando las condiciones adecuadas para el desarrollo de diferentes cultivos. Este trabajo llegó a la conclusión de que estos sistemas diversificados juegan un papel fundamental en la sostenibilidad de los suelos y las familias campesinas. Los productores (as) tienen un alto nivel de experiencia, sus conocimientos empíricos deben ser considerados y evaluados para proyectos agrícolas locales y regionales.

Palabras clave: Calidad de suelo, sistemas de agricultura tradicional, biodiversidad, conocimiento tradicional local, estado Trujillo, Venezuela

**SOIL QUALITY AND ITS RELATION TO THE DIVERSITY OF SPECIES GROWN IN FARMING
SYSTEMS AGRICULTURAL RURAL COMMUNITY "LA CHAPA", PAMPANITO MUNICIPALITY,
TRUJILLO STATE.**

Abstract

Agricultural farming systems are characterized by high biodiversity, have different vertical layers of coverage, a complex structure and multiple environmental functions. Moreover, systems encompass diverse cultures, customs and local knowledge to allow spatial arrangement of the structure of each production system. These diversified systems still exist in Trujillo state, especially in the Loma de la Paz - La Chapa, Trujillo municipality, however they are disappearing to establish monoculture systems, specifically citrus, causing serious land degradation processes. The aim of this study was to "assess soil quality in three farming systems and their relationship with plant diversity in the farming community la Chapa, Trujillo state, incorporating local traditional knowledge. For the horizontal structure or spatial arrangement of each production system methodology was used Zone Management, which allows us to characterize and identify the uses and management of each area, creating local maps of biodiversity. Also, to integrate the evaluation of soil management in each area was used qualitative, interpretive methodology based on Grounded Theory, which allows you to discover and develop theories through data analysis, interviews were used for this semi open, which were based on the collection and analysis, allowing to characterize the local knowledge that farmers have etnopedológico, this allowed to generate maps of soils classification, and according to usability and management, which is the producer in its production unit. For that, the determined variables were: Physical: bulk density, D_a ($Mg.m^3$), saturated hydraulic conductivity, K_s ($cm.h^{-1}$), total porosity, PT (%), macropores (%) ($P_r > 15$ microns), water aggregate stability (AE) (%), and particle size distribution (texture); Chemical variables evaluated: pH, soil organic matter, % OM, total nitrogen, % N, calcium, Ca^{+2} , and Fe^{+3} , and as soil Biological variables were: soil respiration was determined. Transects were laid out for sampling points, with depths between (0 - 20 cm) and (20 - 40 cm). The results of this research generated local maps of soil classification according to the diversity of cultivated species, and it generated an index of biological diversity and intensity of land use. For the local traditional knowledge of the producers, some keywords like "land skinny", "black earth", soils vitamins, presence of lajitas (soil stone) were encode, which indicate different soils conditions or soil properties. The results of soil tests indicate that these soils are extremely acidic (pH between 3 - 3.9), high in soil organic matter content, (3 - 9 $g.Kg^{-1}$), high soil iron content (80-2000 $cmol. kg^{-1}$) and presence of exchangeable aluminum, similarly low content of an exchange basis. In terms of physical variables, the bulk density ranged from 0.8 to 1.7 $Mg.m^3$ and for saturated hydraulic conductivity values found ranged from 1.15 to 65 $cm.h^{-1}$. The percentage of the total porosity was between (30 and 80%) with highly significant differences ($p < 0.01$) in different agriculture systems. The % of water stable aggregates > 0.25 mm ranged between 33 - 69%. For the biological variable, values were found between 53.20-63.52-7 of $mcgCO_2.g^{-1}.dia^{-1}$ of incubation in the different management zones. These laboratory results show the role of the diversity of biomass in the soil quality, creating conditions for the development of different crops. This study concluded that these diversified systems play a key role in the sustainability of soils and farming families. The Producers (as) have a high level of experience, empirical knowledge must be considered and evaluated for local and regional agricultural projects.

Keywords: Soil quality, traditional farming systems, biodiversity, local traditional knowledge, Trujillo State, Venezuela.

TABLA DE CONTENIDO

Aprobación del Jurado.....	ii
Agradecimiento.....	iv
Dedicatoria.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Tabla de contenido.....	viii
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Figuras.....	xvi
Índice de Gráficos.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. OBJETIVOS.....	5
I.1 GENERAL.....	5
I.2 ESPECÍFICOS.....	5
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
II.1 Agricultura Campesina o Tradicional.....	9
II.2 Cultivos Asociados.....	12
II.3 Biodiversidad en sistemas tradicionales.....	13
II.4 Sostenibilidad, Soberanía y Seguridad Alimentaria.....	16
II.5 Conocimiento Local.....	18
II.6 Calidad de Suelo.....	22
II.7 Etnopedología.....	25
III. METODOLOGÍA.....	27
III.1 Descripción de la zona de estudio.....	28
III.2 Descripción Socio Cultural de la Zona de estudio.....	28
III.3 Selección de los Sistemas de Agricultura Campesina.....	29
III.4 Caracterización de la diversidad de especies y de los suelos.....	31
III.5 Investigación Cualitativa e Interpretativa.....	32
III.6 Índice de Biodiversidad e Intensidad de Uso.....	35
III.7 Evaluación de las Variables Físicas, Químicas y Biológicas en los Sistemas de Agricultura Campesina.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39

IV.1. Clasificación de los indicadores edáficos basado en el conocimiento Local tradicional de los productores.....	39
IV.1.1. Elaboración de mapas y separación de las diferentes zonas de manejo por productor y su grupo familiar.....	39
IV.1.1.1. Distribución Horizontal del sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	40
IV.1.1.1.2. Diferentes zonas de manejo del sistema de producción Familia Lozada.....	41
IV.1.1.1.3. Diversidad y número de especies cultivadas en las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 1 familia Lozada...	42
IV.1.1.1.4. Índice de biodiversidad (IB) e Intensidad de uso (IU).....	47
IV.1.1.1.5. Clasificación Local de los suelos del Sistema de Agricultura Campesina 1 Familia Lozada.....	49
IV.1.1.1.6. Complementareidad de saberes.....	52
IV.1.1.2.1. Distribución Horizontal del sistema de Agricultura Campesina Productor Jesús Portillo.....	54
IV.1.1.2.2. Diferentes Zonas de Manejo del Sistema de producción 2- Sr. Jesús Portillo.....	56
IV.1.1.2.3. Diversidad y número de especies cultivadas en las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 2- Sr. Jesús Portillo.	57
IV.1.1.2.4. Índice de biodiversidad e intensidad de uso Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo.....	59
IV.1.1.3.1. Clasificación Local de los suelos del Sistema de Agricultura Campesina 2 Sr. Jesús Portillo.....	61
IV.1.1.3.2. Entrevistas abiertas basadas en la metodología cualitativa e Interpretativa.....	65
IV.1.1.3.3. Interpretación y análisis de datos – metodología cualitativa.....	67
IV.1.1.3.4. Correspondencia de indicadores locales con propiedades diagnósticas.....	68
IV.1.1.4.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos-sistema de agricultura campesina – familia Lozada.....	70
IV.1.1.4.2. Variables Físicas.....	70

IV.1.1.4.3. Variables Químicas.....	70
IV.1.1.4.4. Variables Biológicas.....	91
IV.1.1.5.1. Propiedades del suelo Sistema de Agricultura Campesina 2 – Productor Jesús Portillo.....	93
IV.1.1.5.2. Variables Físicas.....	93
IV.1.1.5.3. Variables Químicas.....	100
IV.1.1.5.4. Variables Biológicas.....	107
IV.1.1.6.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos.....	109
IV.1.1.6.2. Variables Físicas.....	109
IV.1.1.6.3. Variables Químicas.....	111
IV.1.1.6.4. Variables Biológicas.....	114
V.1.1.7.1. Propiedades química del suelo de referencia bajo bosque natural.....	115
V.1.1.7.2. Variables Químicas.....	115
V.1.1.8.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los tres sistemas de agricultura campesina evaluados.....	115
V1.1. Selección de indicadores de calidad física, química y biológica de los suelos.....	118
V.1.1. Matriz de coeficiente de correlación de Pearson entre las variables de suelo evaluadas.....	118
VI.1.2. Análisis multivariado: Análisis de componentes principales (ACP)...	119
VII.1. Relación entre los índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de Uso (IU) con los indicadores relevantes de calidad de suelo.....	123
VIII.1. Integración de ambos tipos de indicadores generados con base al conocimiento local tradicional y al conocimiento científico, resaltando el intercambio de saberes.....	124
IX. CONCLUSIONES.....	126
X. RECOMENDACIONES.....	129
XI. REVISIÓN DE LITERATURA.....	139

Cuadro

INDICE DE CUADROS

No

1.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 1 (ZM1), Frutales en asociación cercana a la vivienda.....	43
2.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 2 (ZM2), cultivada con café, yuca y naranja criollo.....	44
3.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 3 (ZM3), cultivada con café bajo sombra.....	44
4.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 4 (ZM4), cultivada con café, cítricas y aguacate.....	45
5.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 5 (ZM5), cultivada con café bajo sombra	45
6.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de anejo (ZM6), plantas medicinales ornamentales y algunas hortalizas.....	46
7.	Índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso (IU)-Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada.....	47
8.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 1 (ZM1), cultivada con leguminosas.....	57
9.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 2 (ZM2), cultivada con Cultivada principalmente con Café Criollo bajo sombra de Guamo y Teca	57
10.	Número de especies y cantidad de árboles/especie en la Zona de Manejo 3 (ZM3), Área Forestal... ..	58
11.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 4 (ZM4), cultivada con Musáceas.....	58
12.	Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 5 (ZM5), cultivada con Quinchoncho (Leguminosa).	59
13.	Índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso (IU)-Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo.....	59
14.	Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo,(ZM1) zona de manejo (ZM1) 1. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada de 0- 20 cms.....	70

	Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistemas de Agricultura Campesina.	
15.	Familia Lozada de 20 - 40cms.....	71
16.	Propiedades físicas de los suelos en las diferentes zonas de manejo del Sistema de Agricultura Campesina 1– Familia Lozada de 0 - 20 cm.....	71
17.	Propiedades Físicas encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 20 - 40 cm.....	72
18.	Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo. Densidad Aparente. (Mg.m ³).....	72
19.	Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad con la variable Densidad Aparente.....	73
20.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo en la variable porosidad total (PT).....	74
21.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad en la variable porosidad total (PT)	74
22.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Conductividad Hidráulica.....	76
23.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad en la variable Conductividad Hidráulica.....	77
24.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo al pH.....	77
25.	Grupos de medias según la prueba de Duncan del pH en las diferentes profundidades.....	78
26.	Grupos de medias de los contenidos de materia orgánica según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo a 0-20cm.....	80
27.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la Materia Orgánica.....	81
28.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Nitrógeno Total (NT).....	82
29.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.....	82
30.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Relación C/N.....	84
31.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a los contenidos de Aluminio (Al ⁺³).....	86

32.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a los contenidos de Fe^{+3}	87
33.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a los contenidos de (Fe^{+3})	87
34.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Calcio intercambiable (Ca^{+2}).....	88
35.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Conductividad Eléctrica.....	88
36.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de de acuerdo a la variable Conductividad Eléctrica.....	89
37.	Propiedades Químicas promedios encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 0- 20cm.....	89
38.	Propiedades Químicas promedios encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 20 – 40 cm.....	90
39.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Respiración Edáfica.....	92
40.	Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo. Profundidad de 0-20 cm.....	93
41.	Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo de 20 - 40 cm.....	94
42.	Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo. Densidad Aparente. (Mg.m^3)....	95
43.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable % porosidad total.....	96
44.	Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % porosidad total.....	97
45.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable % de Macroporos.....	97

46.	Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % Macroporos ($P > 15\mu\text{m}$).....	98
47.	Variables Físicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 0 - 20 cm.....	99
48.	Variables Físicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 20 – 40 cm.....	100
49.	Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % de la materia orgánica.....	101
50.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.....	103
51.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.....	103
52.	Variables Químicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 0- 20 cm.....	105
53.	Variables Químicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 20 – 40 cm.....	106
54.	Matriz de Correlación del Sistema de Agricultura Campesina Sr. Jesús Portillo.....	106
55.	Distribución y tamaño de las partículas, zona de manejo –Sistema Agricultura Campesina – Sr. Santos.....	109
56.	Propiedades físicas del suelo – Sistema de Agricultura Campesina (S.A.C) - Familia Santos de 0 - 20 cms	110
57.	Propiedades físicas del suelo – Sistema de Agricultura Campesina (S.A.C) - Familia Santos de 20 - 40 cms	110
58.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable estabilidad de agregados.....	110
59.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Materia orgánica.....	112
60.	Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.....	112

61.	Variables Químicas a una profundidad 0 - 20 cms. Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos.....	113
62.	Variables Químicas a una profundidad 20 - 40 cms. Sistema de Agricultura – Familia Santos.....	113
63.	Variables Químicas encontradas en el área de bosque- zona protectora como Línea Base	115
64.	Propiedades químicas y físicas -Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Familia Lozada.....	116
65.	Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Sr Jesús Portillo Propiedades químicas y físicas (0-20cms).....	116
66.	Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Familia Santos – (0-20cms).....	117
67.	Variables físicas, químicas y biológicas relacionadas significativamente ($p \leq 0,05$). Matriz de correlación de Pearson.....	118
68.	Ecuaciones de regresión simple que relacionan el Índice de Biodiversidad (a) y el Índice de Intensidad de Uso del suelo (b), variable dependiente “y”, con los indicadores relevantes de calidad del suelo (variable independiente “X”).	123
69.	Integración del conocimiento local tradicional de los productores (as) y del conocimiento científico de los sistemas de agricultura campesina evaluados en el Sector La Chapa – Estado Trujillo.....	124

INDICE DE FIGURAS

Figuras No		Pág
1.	Mapa de distribución horizontal del sistema de agricultura campesina 1- familia Lozada.....	40
2.	Mapa de la zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 1- familia Lozada.....	41
3.	Mapa de clasificación local de los suelos – sistema de agricultura campesina - familia Lozada.....	49
4.	Mapa de distribución horizontal – zonas de Manejo sistema de agricultura campesina – 2 Sr. Jesús Portillo.	55
5.	Mapa distribución horizontal con las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.....	56
6.	Mapa clasificación local de los suelos sistema de agricultura campesina productor - Sr. Jesús Portillo.....	61
7.	Mapa de distribución horizontal del sistema de Agricultura Campesina – Familia 3. familia Santos - zona de Manejo 1.....	64

INDICE DE GRÁFICOS

Gráficos	Pág.
1 Esquema Metodológico obtenido de las Entrevistas Realizadas a las familias de los tres Sistemas de Agricultura Campesina.....	34
2 Interacción de la Densidad Aparente (Mg.m^3) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades S.A.C- Familia Lozada.....	73
3 Porosidad total (%) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades. Conuco Familia Lozada.....	75
4 Porcentaje de Materia Orgánica en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	79
5 Comportamiento Relación C/N, % Carbono Orgánico -% NT. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	84
6 Capacidad de intercambio catiónico (cmol.kg^{-1}) Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	85
7 Microgramo de CO_2 $\cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{días}^{-1}$ - Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	92
8 Densidad Aparente a diferentes profundidades en las Zonas de Manejo. Sistema de Agricultura Campesina Productor – Jesús Portillo.....	95
9 Porosidad Total a diferentes profundidades en las zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina Sr. Jesús Portillo.....	96
10 Conductividad Hidráulica (cm/h), en las diferentes zonas de manejo. Jesús Portillo.....	99
11 Contenido de Nitrógeno (%) y Carbono Orgánico (CO%) en las diferentes profundidades. S.A.C. Sr. Jesús Portillo.....	102

Relación C/N y los contenidos de Carbono Orgánico – Nitrógeno Total % en

12	las diferentes zonas de manejo. Conuco Jesús Portillo.	104
13	Capacidad de intercambio catiónico (CIC meq/100gr). Sistema de agricultura campesina Sr. Jesús Portillo.....	105
14	Microgramo de CO ₂ / gramos de suelo/ 7 días de incubación en las diferentes zonas de manejo. S. A. C – Productor Jesús Portillo.....	108
15	Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y los tres sistemas de producción (1: Familia Lozada; 2: Sr. Portillo y 3: Familia Santos).....	119
16	Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y zonas de manejo (6) del sistema de producción 1: Familia Lozada.....	120
17	Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y zonas de manejo del sistema de producción 2: Sr. Portillo.....	121
18	Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables del sistema de producción 3: Familia Santos.....	122

Gráficos No	INDICE DE GRÁFICOS	Pág.
1.	Esquema Metodológico obtenido de las Entrevistas Realizadas a las familias de los tres Sistemas de Agricultura Campesina.....	24
2.	Interacción de la Densidad Aparente (Mg.m^3) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades S.A.C- Familia Lozada.....	60
3.	Porosidad total (%) en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	63
4.	Porcentaje de Materia Orgánica en las Diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.	67
5.	Comportamiento del la Relación C/N Carbono Orgánico -% NT. Conuco Familia Lozada.....	61
6.	Capacidad de intercambio Catiónico (cm.Kg^{-1}) S.A.C - Familia Lozada.....	73
7.	Microgramo de $\text{CO}_2.\text{gr}^{-1}\text{suelo}/7\text{días}$ - Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	79
8.	Dendograma de similaridad y el coeficiente de correlación de distancia de las variables- Sistema de Agricultura Campesina I Familia Lozada.....	80
9.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (variables químicas - físicas)- S.A.C- Familia Lozada	84
10.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del segundo componente (zonas de manejo). S.A.C- Familia Lozada.....	82
11.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (Interacción zona x profundidad). S.A.C- Familia Lozada.....	83
12.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del cuarto componente (unidades de producción). S.A.C- Familia Lozada.....	84
13.	Densidad Aparente a diferentes profundidades S.A.C - Sr. Jesús Portillo.....	88
14.	Porosidad Total (PT) a diferentes profundidades - S.A.C - Sr. Jesús Portillo...	89
15.	Conductividad Hidráulica (cm.h^{-1}), en las diferentes profundidades- S.A.C- Sr. Jesús Portillo.....	92
15.	Contenido de Nitrógeno (%) y Carbono Orgánico (%) en las diferentes profundidades. S.A.C- Sr. Jesús Portillo.....	92
16.	La relación C/N y contenidos de Carbono Orgánico – Nitrógeno Total- en las diferentes zonas de manejo. S.A.C – Sr Jesús Portillo.....	95

1.	Esquema Metodológico obtenido de las Entrevistas Realizadas a las familias de los tres Sistemas de Agricultura Campesina.....	24
2.	Interacción de la Densidad Aparente (Mg.m^3) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades S.A.C- Familia Lozada.....	60
3.	Porosidad total (%) en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	63
4.	Porcentaje de Materia Orgánica en las Diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.	67
5.	Comportamiento del la Relación C/N Carbono Orgánico -% NT. Conuco Familia Lozada.....	61
6.	Capacidad de intercambio Catiónico (cm.Kg^{-1}) S.A.C - Familia Lozada.....	73
7.	Microgramo de $\text{CO}_2.\text{gr}^{-1}\text{suelo}/7\text{días}$ - Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	79
8.	Dendograma de similaridad y el coeficiente de correlación de distancia de las variables- Sistema de Agricultura Campesina I Familia Lozada.....	80
9.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (variables químicas - físicas)- S.A.C- Familia Lozada	84
10.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del segundo componente (zonas de manejo). S.A.C- Familia Lozada.....	82
11.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (Interacción zona x profundidad). S.A.C- Familia Lozada.....	83
12.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del cuarto componente (unidades de producción). S.A.C- Familia Lozada.....	84
13.	Densidad Aparente a diferentes profundidades S.A.C - Sr. Jesús Portillo.....	88
14.	Porosidad Total (PT) a diferentes profundidades - S.A.C - Sr. Jesús Portillo...	89
15.	Conductividad Hidráulica (cm.h^{-1}), en las diferentes profundidades- S.A.C- Sr. Jesús Portillo.....	92

16.	Contenido de Nitrógeno (%) y Carbono Orgánico (%) en las diferentes profundidades. S.A.C- Sr.Jesús Portillo.....	95
17.	La relación C/N y contenidos de Carbono Orgánico – Nitrógeno en las diferentes profundidades y zonas de manejo. S.A.C- Jesús Portillo.....	97
18.	Capacidad de intercambio catiónico (cmol.Kg ⁻¹) S.A.C - Sr. Jesús Portillo.....	98
19.	Microgramo de CO ₂ gr ⁻¹ suelo. días ⁻¹ de incubación en las diferentes profundidades- S.A.C – Sr. Jesús Portillo.....	101
20.	Dendograma de similaridad y el coeficiente de correlación de distancia de las variables en el Conuco Sr. Jesús Portillo.....	102
21.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (observaciones)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.....	103
22.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del segundo componente (zonas de manejo)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.....	104
23.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del tercer componente (interacción zonas de manejo x profundidad)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.	105
24.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del tercer componente (Unidades de producción)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.	106

1.	Esquema Metodológico obtenido de las Entrevistas Realizadas a las familias de los tres Sistemas de Agricultura Campesina.....	24
2.	Interacción de la Densidad Aparente (Mg.m^3) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades S.A.C- Familia Lozada.....	60
3.	Porosidad total (%) en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	63
4.	Porcentaje de Materia Orgánica en las Diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.	67
5.	Comportamiento del la Relación C/N Carbono Orgánico -% NT. Conuco Familia Lozada.....	61
6.	Capacidad de intercambio Catiónico (cm.Kg^{-1}) S.A.C - Familia Lozada.....	73
7.	Microgramo de $\text{CO}_2.\text{gr}^{-1}\text{suelo}/7\text{días}$ - Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.....	79
8.	Dendograma de similaridad y el coeficiente de correlación de distancia de las variables- Sistema de Agricultura Campesina I Familia Lozada.....	80
9.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (variables químicas - físicas)- S.A.C- Familia Lozada	84
10.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del segundo componente (zonas de manejo). S.A.C- Familia Lozada.....	82
11.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (Interacción zona x profundidad). S.A.C- Familia Lozada.....	83
12.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del cuarto componente (unidades de producción). S.A.C- Familia Lozada.....	84
13.	Densidad Aparente a diferentes profundidades S.A.C - Sr. Jesús Portillo.....	88
14.	Porosidad Total (PT) a diferentes profundidades - S.A.C - Sr. Jesús Portillo...	89
15.	Conductividad Hidráulica (cm.h^{-1}), en las diferentes profundidades- S.A.C- Sr. Jesús Portillo.....	92

16.	Contenido de Nitrógeno (%) y Carbono Orgánico (%) en las diferentes profundidades. S.A.C- Sr.Jesús Portillo.....	95
17.	La relación C/N y contenidos de Carbono Orgánico – Nitrógeno en las diferentes profundidades y zonas de manejo. S.A.C- Jesús Portillo.....	97
18.	Capacidad de intercambio catiónico (cmol.Kg ⁻¹) S.A.C - Sr. Jesús Portillo.....	98
19.	Microgramo de CO ₂ gr ⁻¹ suelo. días ⁻¹ de incubación en las diferentes profundidades- S.A.C – Sr. Jesús Portillo.....	101
20.	Dendograma de similaridad y el coeficiente de correlación de distancia de las variables en el Conuco Sr. Jesús Portillo.....	102
21.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del primer componente (observaciones)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.....	103
22.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del segundo componente (zonas de manejo)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.....	104
23.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del tercer componente (interacción zonas de manejo x profundidad)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.	105
24.	Representación de la nube de puntos de las variables en el plano principal del tercer componente (Unidades de producción)- S.A.C. Sr. Jesús Portillo.	106

INTRODUCCIÓN

La diversidad de los sistemas de producción tiende a generar un equilibrio en los agroecosistemas. La búsqueda de sistemas diversificados autosostenibles, de bajos insumos y eficientes en el uso de la energía, representa actualmente un punto de gran interés para el mundo de los investigadores, agricultores y planificadores (Altieri, 1995).

Estos sistemas diversificados engloban técnicas, culturas y tradiciones que permiten la distribución equitativa del espacio para el desarrollo agrícola productivo y sostenible. Lox, (2001) señala que los huertos tropicales tradicionales son el resultado de relaciones complejas entre los humanos y los componentes agroecológicos. La gran diversidad y complejidad que distinguen al huerto casero tropical de los demás sistemas agroforestales que induce a que muchos autores consideren que un huerto bien desarrollado se asemeja al ecosistema del bosque tropical natural. En cuanto a la comprensión y la promoción de los huertos tropicales tradicionales, las zonas de manejo pueden tomar formas diferentes y permiten zonificar esos huertos tropicales que pueden ser permanentes, temporales o cíclicos, y, a la vez, pueden incluir diferentes áreas de gestión, y adoptar diferentes niveles de estratificación que le permiten incluir el uso del espacio a nivel del suelo o por encima y dentro de uno o múltiples estratos.

La producción en los sistemas de agricultura campesina diversificado se encuentran localizados en el piso altitudinal medio del estado Trujillo; estos sistemas de producción están dirigidos, en primera instancia, al autoabastecimiento y en segundo término al intercambio y venta del excedente, que buscan alcanzar el empleo permanente de la familia. Para comprender mejor todos los procesos e interrelaciones que se dan en estos sistemas de producción con policultivos se hace necesario definirlos. Este sistema de producción campesina tradicional comprende todos aquellos sistemas donde se producen diversos cultivos en superficies pequeñas que utilizan la mano de obra familiar y donde la producción, en su mayoría, es para autoconsumo. Además, este sistema de producción se basa en el principio de la agricultura agroecológica como lo señala Altieri (1995), donde hace referencia a que la agricultura agroecológica está ligada fundamentalmente al desarrollo rural; ambos conceptos están combinados como estrategia para las generaciones futuras y la preservación del medio ambiente. Adicionalmente, es importante mencionar que la agricultura campesina diversificada se sustenta en principios agroecológicos que le confieren elementos básicos para impulsar una agricultura con característica de sostenibilidad (Kolawole, 2001).

Un aspecto relevante de los sistemas de cultivos tradicionales es su grado de diversidad de plantas, generalmente en forma de policultivos o modelos agroforestales.

En síntesis, los sistemas de agricultura campesina se caracterizan por la diversidad de cultivos y variedades mezcladas en el tiempo y el espacio y permiten a familias rurales lograr maximizar la seguridad de la cosecha en condiciones donde predominan los bajos niveles de tecnología y un mínimo impacto ambiental. En muchas áreas, los agricultores tradicionales han desarrollado y/o heredado sistemas de cultivos complejos, adaptados a las condiciones de suelos locales, ayudándolos a manejarse de manera sustentable en ambientes austeros y a satisfacer sus necesidades de subsistencia sin depender de la mecanización, fertilizantes químicos, plaguicidas u otras tecnologías de la ciencia agrícola moderna (Altieri, 1995).

Estos sistemas de agricultura campesina existen en el estado Trujillo y se encuentran en diferentes pisos altitudinales con la mayor presencia y diversidad de especies cultivadas en el piso altitudinal medio del estado Trujillo, según un estudio realizado por Quiroz et al. (2002), en diferentes pisos altitudinales del estado Trujillo, a través de un proyecto de conservación "*In situ*" financiado por el IGPR.

No obstante, en lo que respecta a la variable suelo y su diversidad biológica, estos sistemas han sido muy poco estudiados en Venezuela, dándosele prioridad en la financiación de Proyectos de Investigación a los sistemas convencionales (monocultivos altamente mecanizados), basados en un manejo agronómico altamente dependiente de agroquímicos y contaminante del medioambiente.

En este sentido, este trabajo ha considerado la importancia de abordar una investigación en estos sistemas de agricultura campesina que representan un valor ancestral, con alto riesgo de desaparición incluyendo la pérdida del conocimiento local tradicional asociado a estos sistemas.

En los actuales momentos, estos los sistemas diversificados establecidos en zonas de ladera con un alto potencial para generar diferentes fuentes de alimento a las familias rurales están desapareciendo en el sector la Chapa debido a que están siendo

desplazados por las deforestaciones masivas para el establecimiento del cultivo de cítricas como monocultivo.

Desde el punto de vista ambiental están ocurriendo diferentes procesos de degradación, como la erosión de suelo, la erosión genética, la disminución en la producción de agua y a la vez una erosión del conocimiento local en el manejo de estos sistemas diversificados establecidos en el piso medio ubicado en el sector La Chapa del estado Trujillo. Estos sistemas en superficies pequeñas han permitido la sostenibilidad por muchos años a pequeños productores de la zona, y el manejo agronómico está basado en el aprovechamiento de todos los recursos orgánicos generados en la unidad de producción sin utilizar insumos externos como: fertilizantes inorgánicos, pesticidas y otros agrotóxicos.

Por consiguiente, estos sistemas de agricultura campesina representan una alternativa para la conservación de los recursos naturales como el suelo, el agua, y la biodiversidad sobre todo en cuencas medias y altas. En lo respecta al manejo agronómico que realizan los productores (as) en estos sistemas diversificados con bajo o sin uso de agroquímicos, estos conocimientos deben ser considerados y validados como modelos sostenibles de producción.

En relación al estado Trujillo, la agricultura constituye la principal fuente de ingreso que se caracteriza por tener a pequeños agricultores (as) de escasos recursos como principales actores sociales. En la misma se evidencian desequilibrios ambientales, especialmente los recursos agua y suelo que están claramente deteriorados debido a que los sistemas de producción de monocultivos con manejo agronómico convencional han generado problemas ambientales y de contaminación principalmente en zonas de ladera.

De allí la importancia de investigar sistemas de agricultura campesina que se caracterizan por ser altamente diversificados, perdurables en el tiempo y que logran

integrar el núcleo familiar, generando un modo de vida compartido ante una sociedad generalizada por el individualismo.

Es por ello que en este trabajo de investigación, realizado en la localidad de La Chapa, estado Trujillo, se abordó el estudio de la interacción que existe entre la diversidad de especies asociado a la calidad de suelo, porque existen aún muchas familias rurales que producen y mantienen a su grupo familiar basado en estos sistemas de producción altamente diversificados que apuntan al autoabastecimiento, generando posibles alternativas que pudieran considerarse como una política para aportar a la seguridad agroalimentaria de nuestro País, sobre todo le proveen a la familia rural gran parte de sus alimentos en su dieta diaria, favoreciendo a cada familia en su autosostenibilidad.

I. OBJETIVOS

I. 1- OBJETIVO GENERAL.

Evaluar los indicadores de calidad de suelo con base al conocimiento local y científico en tres sistemas de agricultura campesina en la Comunidad Agrícola La Chapa, estado Trujillo

I. 2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Determinar los índices de biodiversidad e intensidad de uso y su relación con la calidad del suelo de los sistemas de agricultura campesina seleccionado de acuerdo al conocimiento de los campesinos (as) y su núcleo familiar.
2. Establecer metodologías participativas de investigación cualitativa para abordar el manejo y uso del suelo en los sistemas de agricultura campesina, generando mapas locales de clasificación de suelos e indicadores de calidad basados en el conocimiento tradicional y criterios de los agricultores.
3. Seleccionar los indicadores de calidad física, química y biológica de los suelos con mayor correspondencia con los sistemas de producción y zonas de manejo definidas por los agricultores.
4. Relacionar los Índices de biodiversidad e intensidad de uso y los indicadores de calidad física, química y biológica de mayor correspondencia en los sistemas de producción y zonas de manejo definidas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los huertos tradicionales tienden a volverse cada vez más importantes no solo en el campo sino también en zonas urbanas y periurbanas debido a que la población de escasos recursos que emigra a la ciudad ejerce presión sobre la tierra (Lox, 1998).

Estos sistemas se caracterizan por poseer, en general, diferentes zonas de manejo. Las zonas de manejo permiten caracterizar por diferentes usos un huerto tropical o diversificado; en cada zona hay una estructura vegetal horizontal y vertical propia, así como una combinación de especies y tipos de vegetación únicas, de tal forma que no existe una estructura vegetal determinada y universal del sistema de agricultura campesina (Lox, 2001).

Los sistemas de agricultura campesina, en general, son altamente diversificados y se caracterizan por el uso mayoritario de mano de obra de tipo familiar y por el poco uso de insumos externos (fertilizantes inorgánicos) para la producción.

Algunos autores señalan que estos sistemas son los que más se asemejan a los ecosistemas naturales por su alta diversidad y por el manejo que se le da. En este sentido, Karl, M et al., (1997) hace referencia al sistema de siembra manual y a la relación que existe entre los diferentes hábitos de crecimiento de plantas y la protección del suelo, lo que le confiere a dichos sistemas de subsistencia un alto grado de capacidad de protección edáfica, encontrándose, en este sentido, valores de protección (CP) entre 0.01 y 0.08, valores superiores al de los cereales.

La sostenibilidad familiar de muchas familias campesinas esta basada en la diversificación de sus áreas de producción, donde el componente animal también forma parte de las fuentes de proteínas disponibles para la alimentación de las familias. Berroteran y Zinck (2000), señalan que, en cuanto a la seguridad alimentaria nacional se refiere, la dependencia de insumos importados para el funcionamiento del sistema alimentario es alta, esto quiere decir que los sistemas convencionales “monocultivos” requieren un mayor consumo de energía, señalando que la relación “consumo/producción nacional” para el momento de estudio fue menor a 0.5, lo cual indica una alta dependencia de la importación para lograr el abastecimiento nacional. De allí la importancia de incentivar estos sistemas de producción altamente diversificados y que son una alternativa viable para la producción de alimentos a nivel familiar.

Por otra parte la producción de alimentos, generados en superficies relativamente pequeñas, desde menores a 0.5 hasta 1.5 ha, permiten que un cierto número de familias rurales logren establecer su permanencia en sus parcelas por muchos años, debido a que logran integrarse con el medio natural, utilizando tecnologías tradicionales, con uso eficiente de sus recursos disponibles (Volke y Sepúlveda, 1987).

Basado en los mismos principios, Lox (2001) señala que los sistemas tradicionales son el resultado de relaciones múltiples y complejas entre los humanos y los componentes agroecológicos, y además menciona que su trazado y su manejo reflejan el conocimiento local, el cual es un producto socio – histórico – cultural, definido por diferencias y expectativas en los roles de género, (es decir hay roles culturales para hombres y roles para mujeres), muchas veces discriminativos para las mujeres rurales.

Este componente social que permite la integración con los factores biofísicos, ha sufrido también procesos erosivos por múltiples razones, sin embargo, muchas tecnologías siguen y deben ser revalorizadas como componentes de esa agricultura sostenible (Soemarwoto, 1995).

Se plantea entonces que, los agricultores (as) son investigadores (as) natos y generadores de su propia tecnología con un alto sentido de valorización cultural, por lo que cualquier proceso de investigación que se inicie debe ser participativo, integrándose con el conocimiento científico.

De acuerdo con Quiroz, (1996), al señalar que el conocimiento local de la agricultura tradicional puede jugar un rol importante en la conservación de la biodiversidad y la conservación de suelos, en general, así como de los sistemas agrícolas en particular. En muchos campos agrícolas, los agricultores tradicionales han desarrollado y/o heredado sistemas de cultivos complejos adaptados a las condiciones locales, ayudándolos a manejar de manera sustentable ambientes austeros y a satisfacer sus necesidades de subsistencia sin depender de la mecanización, fertilizantes químicos, plaguicidas u otras tecnologías de la ciencia agrícola moderna (Altieri, 1995).

A pesar de que en el país se identifican nueve tipos diferentes de sistemas agrícolas según (Avilan y Eder, 1986): 1. Plantación. 2. Cultivos anuales mecanizados. 3. Fruticultura comercial. 4. Horticultura comercial. 5. Agricultura de subsistencia y semi comercial con fuerza humana (conucos). 6. Agricultura de subsistencia y semi comercial con fuerza animal 7. Ganadería extensiva. 8. Ganadería semi-intensiva y 9. Ganadería intensiva, estos de sistemas de producción altamente diversificados no se distinguen en ninguna de las categorías antes mencionadas.

Pérez et al., (2003) hace referencia que la Agricultura de subsistencia, con fuerza humana y semicomercial (conucos, huertos familiares), es el sistema más antiguo en Venezuela y en América tropical, y constituye el sistema de producción agrícola más complejo de entender y explicar. En este sentido se distinguen dos sistemas de subsistencia: conuco migratorio y conuco sedentario. Los conucos sedentarios son aquellos que permanecen mucho tiempo desde el momento que se establecen; son sistemas de uso de la tierra con manejo de una mezcla de cultivos, entre ellos: granos, raíces, hortalizas, especies medicinales, ornamentales, con forestales y arbustos como el café, cacao, frutales y también pequeños animales, en un arreglo espacial determinado.

En diferentes partes del mundo estos sistemas se caracterizan por tener una estructura con diferentes pisos y “toldos”, tales como Java, Malasia, Filipinas, Tailandia, India o en otros países de Asia, África y América Latina. La característica estructural predominante de los huertos o conucos es el grado de diversidad de especies, con diferentes formas de vida, es decir, que existen diferentes estratos verticales (Soemarwoto, 1995).

Este mismo autor reporta, en estudios realizados por Ahmad et al., (1980) en el Oeste de Java, la importancia que tienen estos huertos como símbolo de *estatus* social de las personas, pues el no tener un huerto en su casa es considerado de bajo nivel.

La FAO, (1993) señala que la población rural pobre depende de los recursos biológicos para satisfacer un 90 % de sus necesidades. De allí la importancia que tienen los pequeños productores agrícolas en condiciones de gran fragilidad de los suelos, pues ellos logran integrar una alta diversidad de especies para asegurar su sostenibilidad alimentaria. Por otra parte (Altieri, 1995), hace referencia a que los sistemas tradicionales de cultivos múltiples proporcionan alrededor del 20% de la oferta mundial de alimentos, de allí, que la población rural campesina depende de los recursos biológicos para satisfacer un 50% de sus necesidades.

II. 1. Agricultura Campesina o Tradicional:

Se caracteriza por la alta diversidad de especies vegetales en superficies pequeñas, donde el componente animal forma parte de ese sistema. Principalmente se caracteriza por que la mano de obra es de tipo familiar y con un bajo nivel de uso de insumos externos

En muchas regiones tropicales, la agricultura está muy mecanizada, lo cual conlleva la simplificación de la estructura ambiental de grandes extensiones, donde se reemplaza la diversidad natural por un número reducido de plantas cultivadas y animales domésticos, predominando la homogeneidad genética, ya que los monocultivos dependen de unas pocas variedades de cultivos (Altieri, y Nicholls, 2004).

En Venezuela el sistema tradicional, representa el término que sintetiza la forma ancestral de cultivar la tierra practicada por nuestros indígenas, consiste en el cultivo de múltiples especies que permite el abastecimiento alimentario durante todo el año en pequeñas parcelas, con principios agroecológicos (Bhat, et al., 1998). Además, estos sistemas diversificados son manejados de forma amigable con el ambiente, mediante un buen uso y manejo de los recursos y aprovechamiento de todos los residuos orgánicos que retornan al suelo y constituyen la principal fuente de nutrientes para los cultivos; así mismo, la actividad microbiana influye determinantemente en la descomposición de la M.O y la formación del humus, siendo las sustancias húmicas fundamentales en la formación de la estructura del suelo y de acuerdo con la estructura primaria que tenga el suelo, así será su capacidad de retención de agua y las

posibilidades de circulación del aire en su interior. En efecto es capaz de retener numerosas formas minerales liberadas durante la descomposición de la materia orgánica, que junto a las nutrientes de las bases solubles en los suelos y otras sustancias constituyen un importante suministro nutricional para la vida vegetal.

Por otra parte los sistemas de agricultura campesina son gestionados por pequeños agricultores; en este sentido Quiroz, (2001) y González, (1993) mencionan que el campesino (a) basa su estrategia en la diversidad, en el sentido que entiende la necesidad y capacidad de recurrir a muchos recursos para poder sobrevivir, sin embargo, la capacidad de sobrevivencia la da su posibilidad de interacción con el medio biofísico y social.

Lox, (1998), afirma que los sistemas de agricultura tradicional son como una transformación donde los productores según las necesidades y oportunidades le dan “forma y función” a su unidad de producción y la misma está sometida a una evolución a través del tiempo, bajo la influencia de diferentes factores geobiofísicos (clima, suelos, plagas y enfermedades), así mismo, socioeconómicos y culturales tales como: el conocimiento de los miembros del hogar, necesidades, intereses y posibilidades. De tal forma que existe una fuerte relación de interdependencia entre el medio agroecológico del sistema de producción y el rol social del hogar (grupo familiar) que es en sí quien lo maneja. En efecto la gran diversidad y complejidad que distingue al sistema de agricultura campesina de los demás sistemas agrícolas, induce a que algunos autores como Soemarwoto (1995), Altieri (1995) y Lox (1998), consideren que, un huerto bien desarrollado se asemeja al ecosistema del bosque tropical natural, donde se encuentran diferentes estratos verticales, sin embargo, éstos difieren del huerto que tenga menos tiempo establecido.

Muchos agroecosistemas tradicionales y agroforestales son caracterizados por una estructura compleja y con múltiples funciones (Fernández y Nair, 1986 citado por Méndez. et al 2001), de igual manera estos autores señalan que por lo general los

huertos caseros tropicales tradicionales se caracterizan por su superficie reducida, alta diversidad de especies y tres a cuatro estratos verticales.

En la mayoría de los casos representan campos agrícolas y terrenos en barbecho, huertos familiares complejos y parcelas agroforestales que comúnmente contienen más de 100 especies de plantas que proporcionan materiales de construcción, leña, herramientas, medicinas, forraje y alimento humano.

Evaluando la estructura en función de diez tipos de huertos caseros seleccionados en diferentes partes del trópico, Fernández y Piñero (2008) incluyeron aspectos socioeconómicos y biofísicos; concluyendo que su función más importante era la producción comestible. En las últimas tres décadas muchos investigadores (Torquibian, 1992.; Jesen, 1993; Gliessman, 1981 y Shanmugaratnam, 1993 citado por Méndez, 2001). han estudiado sistemas agrícolas tradicionales y han resaltado que los mismos poseen características que pueden ser modelos interesantes en la investigación debido a que son considerados agroecosistemas sostenibles, incluyendo, por supuesto, el reciclaje eficiente de nutrientes, la alta biodiversidad, el bajo uso de insumos externos y el potencial de conservación de suelos.

Por otra lado, Tiftonell et al., (2005) señalan que los problemas causados por la aplicación de tecnologías, según el modelo de agricultura tradicional, ha generado una conciencia favorable al desarrollo sostenible, porque el impacto ambiental es muy reducido, otro aspecto a considerar es que el enfoque sistémico convalida el conocimiento local acumulado de los productores, que ha generado innovaciones y que tiene la ventaja de estar adaptado a su realidad y ser por lo tanto sostenible.

Otro aspecto a considerar según Toledo (2000), es un conjunto de características que caracterizan al sector de la agricultura campesina, ellas son:

1. Alto grado de autosuficiencia, puesto que la unidad de producción campesina consume una parte sustancial de su propia producción.
2. Los (as) miembros(as) de la familia campesina están comprometidos(as) en un proceso de producción predominantemente basado en el trabajo de la familia,

con una cantidad mínima de insumos externos. La fuerza humana y animal, más que los combustibles fósiles, son las principales fuentes de energía. La familia, consecuentemente, funciona además como una unidad de producción, consumo y reproducción.

3. La producción combinada de valores de uso y mercancía no busca solamente el lucro sino la reproducción simple de la unidad doméstica.

4. Los agricultores generalmente son pequeños propietarios de tierra.

5. La agricultura tiende a ser la actividad principal de la familia campesina.

La subsistencia campesina esta basada en una combinación de prácticas, que incluyen la recolección agrícola, el cuidado del ganado doméstico, la artesanía, pesca, caza y trabajo fuera de la unidad de producción, ya sea a tiempo parcial estacional o intermitente. Para muchas sociedades campesinas, la agricultura es considerada una parte de un sistema más amplio de uso de la tierra.

II. 2. Cultivos Asociados:

En los sistemas de agricultura tradicional prevalece una gran diversidad de especies, principalmente cultivos agrícolas, forestales y ornamentales. Esta diversidad provee de alimento y otros insumos directamente a la familia rural; así mismo, permite el ciclaje natural de nutrientes y el control natural de plagas y enfermedades. En Venezuela los cultivos que se siembran más comúnmente asociados son la Caraota y Maíz.

Características particulares de los sistemas de agricultura campesina

- Numerosos estratos de plantas y raíces de las múltiples especies.
- Aporte continuo y diverso de materia orgánica.
- Cobertura permanente del suelo.
- Gran actividad biológica.
- Pocos insumos externos.

Existen pequeñas áreas alrededor de los hogares de muchos campesinos que tienen un promedio entre 80 y 125 especies de plantas útiles, muchas dedicadas a la alimentación o el uso medicinal; los árboles frutales constituyen una característica sobresaliente de la mayoría de los huertos.

En los sistemas de agricultura campesina la asociación de cultivos siempre está presente porque tienen una producción continua y diversa durante todo el año y son fáciles de manejar en forma intensiva al estar tan convenientemente cerca de la casa y muchas veces, estos son fertilizados con desperdicios de la cocina, reciben riego suplementario con agua de pozo y son atendidos por mujeres y niños en sus tiempos libres.

La diversidad de cultivos genera mecanismos de control que logran reducir las plagas y/o enfermedades dentro del sistema, en cambio los monocultivos son ambientes poco favorables para los enemigos naturales de las plagas, debido a los altos niveles de perturbación y a la falta de infraestructura ecológica.

La capacidad de los depredadores y parasitoides para controlar los invasores es menor en sistemas simplificados que en agroecosistemas diversificados (Landis et al. 2000) citado por Altieri, y Nicholls, (2004).

II. 3 Biodiversidad en sistemas agrícolas tradicionales

La biodiversidad se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos existentes que interactúan dentro de un ecosistema.

En ese orden de ideas la biodiversidad y la conservación *in situ* en los sistemas tradicionales de producción agrícola tienen un rol muy importante en la seguridad alimentaria de la familia campesina en algunas regiones de América Latina (Quiroz, 1996).

Soemarwoto (1995) señala al huerto como un sistema agroforestal, y este término denota la consistencia del uso mixto de plantas perennes, anuales y también animales. De igual manera menciona que lo más importante, concerniente a este sistema, es la sostenibilidad; y a su vez esta sostenibilidad es determinada por la estructura del sistema, las funciones ecológicas y la habilidad continua de cubrir las necesidades socioeconómicas de la gente. Las funciones ecológicas incluyen beneficios hidrológicos, modificaciones microclimáticas, control de la erosión de los suelos y conservación de los recursos genéticos.

En cuanto a la seguridad alimentaria de las comunidades locales y de la comunidad global, ésta está en el campo y en el bosque; de igual manera, en la mayoría de las sociedades, la mujer juega un rol muy significativo en el manejo de la diversidad de los ecosistemas (Zweifel, 1996).

Por otra parte Gerritsen, (2000), en relación al manejo de áreas protegidas, señala que la conservación de la biodiversidad debe ser la meta principal a nivel internacional, manteniéndose, por consiguiente, una perspectiva de los agricultores sobre la biodiversidad. De igual manera señala que la biodiversidad es considerada una guía importante para el manejo de las áreas protegidas.

Varios autores, Worm y Duffy (2003), coinciden en señalar que un agroecosistema es sostenible cuando éste es rico en biodiversidad y además hay una serie de factores sinérgicos que subsidian la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad.

Por consiguiente, cabe destacar que el sistema radicular de una gran diversidad de especies de plantas tienen la capacidad de explorar un volumen determinado de suelo en los diferentes estratos del perfil ubicados a diferentes profundidades, de tal forma que la absorción de nutrientes y exploración radicular sea diferente; así mismo, la fisiografía del tipo de vegetación permite favorecer ciertas propiedades diferentes del suelo: físicas, químicas y biológicas (Copijn, 1985).

De igual manera, otros investigadores señalan que los sistemas de agricultura tradicional poseen características que pueden ser modelos interesantes en la investigación, debido a su comportamiento como agroecosistemas sostenibles, por el ciclaje eficiente de nutrientes, la alta biodiversidad, el bajo uso de insumos externos y el potencial de conservación del suelo (Gliessman et al., 1981., Jensen, 1993).

Por otra parte Singh (1996), señala que la inmensa diversidad que se refleja en los sistemas agrícolas tradicionales de las áreas montañosas, como por ejemplo la zona de Garhwal, es un sistema cerrado, autónomo y autosuficiente.

Así mismo señala que, potencialmente, la diversidad biológica es la mejor opción para la sostenibilidad. También, Albrecht y Kandji, (2003), señalan que los sistemas de larga rotación como los agroforestales y los huertos, que tienen plantas en los bordes, pueden secuestrar grandes cantidades de carbono por la biomasa de las plantas, también el secuestro del carbono en el suelo constituye otra opción real que se encuentra en muchos sistemas agroforestales.

De manera similar, los estudios etnobotánicos han logrado generar información en los sistemas diversificados, sobre todo desde el punto de vista del uso de las plantas medicinales. La utilización de las plantas como agentes terapéuticos en la atención primaria de la salud se ha mantenido a lo largo del tiempo y puede afirmarse que, aproximadamente, del 60 al 80% de la población mundial todavía depende, en gran parte, de los tratamientos tradicionales que implican el uso de extractos de plantas o de sus principios activos (Farnsworth et al., 1985; Akerele, 1993; WHO, 2002 citados por Carrillo y Moreno, 2007).

Desde una perspectiva más general, la sostenibilidad en el sentido agroecológico permite realzar los sistemas agrícolas a través de la diversidad. Esta diversidad, como proyecto sobre el tiempo y el espacio, promueve el ciclaje de nutrientes y energía en el suelo, reduciendo el uso de insumos externos (Altieri, 1987).

Por otro lado, Harrington (1992), plantea la sostenibilidad desde un punto de vista agroecológico, en términos de la resiliencia que es la habilidad del sistema agrícola en mantener la productividad cuando está sujeto a perturbaciones y estrés, destacando que la sostenibilidad no está en un sistema agroecológico en sí, sino en la relación entre éste y el medio físico, químico y el social; esto permite que se desarrolle entre los dos medios una relación dinámica en la cual un medio se puede adaptar a los cambios causados por factores que influyen en el otro (Lox, 1998).

Dentro de este marco London, (1998) señala que los valores económicos de la diversidad pueden estar divididos dentro de la estética y la tecnología, siendo el primero considerado por algunos grupos como no cuantificable en la apreciación de la

naturaleza; considerando a la belleza como un factor implícito en la calidad de vida humana.

Otro aspecto a considerar es que la interdependencia, en relación al intercambio de materia y energía en un sistema de agricultura tradicional, en el cual el hogar mantiene el huerto y a cambio recibe beneficios, es muy dinámica y puede modificarse fácilmente a raíz de las prioridades o los intereses de la familia y con éste modificar la estructura del diseño de producción, realmente el diseño de cualquier huerto o sistema de producción diversificado estará siempre en función del uso y manejo.

Finalmente, Ottaviani et al., (2003) destacan la importancia del conocimiento implícito en los agroecosistemas, de tal manera que es necesario conocer la complejidad y heterogeneidad de los mismos; esa complejidad se refiere a los diferentes niveles tróficos con los cuales se puede describir la agricultura y la heterogeneidad se refiere a la variabilidad constatada dentro de cada nivel jerárquico considerado.

II.4 Sostenibilidad, Soberanía y Seguridad Alimentaria.

La capacidad de un sistema en mantenerse y tener la capacidad de producir sin generar impactos ambientales le permite a cualquier sistema de producción establecerse en tiempo y espacio. Se ha demostrado de manera contundente según Gliessman, (2002), Altieri y Nicholls, (2004) que la agricultura no puede ser sostenible mientras dependa de insumos externos y aunque la agricultura convencional ha logrado altos rendimientos debido al uso excesivo de estos, la diversidad genética se ve principalmente afectada negativamente, lo cual no sucede con los sistemas tradicionales.

Por otra parte Lefroy et al., (2000), hacen referencia a que la sostenibilidad es un concepto dinámico, en el sentido que lo que es sostenible en un área no necesariamente es sostenible en otra,; ellos establecen que no hay modelos únicos en los sistemas productivos para evaluar sostenibilidad.

Cada vez más se hace referencia a que la sostenibilidad es la condición o capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa en un sistema y que tiene la capacidad de renovarse por si mismo (Gliessman, 2002). Este mismo autor define como agricultura sostenible aquella que cumple los siguientes requisitos: a) integra la conservación del medio ambiente, b) el manejo integral de los recursos naturales, la c) utilización masiva de la fuerza de trabajo que condiciona su efectividad, d) la inserción de los técnicos que acompañen y fortalezcan para potenciar los recursos naturales, el desarrollo integral colectivo y participativo de la gente y, por último, la obtención de una productividad sostenible y que asegure ganancias, satisfaciendo al mismo tiempo que las necesidades sociales de la población.

En efecto, la agricultura sostenible generalmente se refiere a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo. Esto requiere que el sistema agrícola sea considerado como un ecosistema debido a que la agricultura, bajo un razonamiento lógico, no está orientada hacia la búsqueda de altos rendimientos de un producto en particular, sino más bien en la optimización del sistema como un todo. Se requiere ver más allá de la producción económica y considerar la cuestión vital de la sustentabilidad y la estabilidad ecológica.

Otro aspecto a considerar lo señalan Greiner et al., (2009), y es que la sustentabilidad se concibe como un proceso de cambio social en el cual la explotación de los recursos, el sentido de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y las reformas institucionales se deben realizar de forma armónica, ampliándose el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas; y que las expectativas de los cambios en las sociedades de agricultores y su relación con el ambiente permanecen y se están incrementando. El reto es desarrollar una ciencia de la sostenibilidad que mantenga un voto al rigor mientras reconoce el desconocimiento inherente a los sistemas complejos (Swart et al., 2004).

En cuanto a la seguridad alimentaria Méndez, (2006) señala que “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”. 4 pilares: disponibilidad, estabilidad del suministro, acceso y el uso promoviendo y recuperando las prácticas y tecnologías tradicionales para asegurar la conservación de la biodiversidad y la protección de la producción local y nacional (FAO). Del mismo modo, la soberanía alimentaria requiere de la garantía estatal del acceso al agua, a la tierra, a los recursos genéticos y a los mercados justos y equitativos con el respaldo de la sociedad.

En nuestra constitución en el Artículo 305, en el Capítulo 1, del régimen socioeconómico y de la función del estado en la economía, señala que el estado promueve la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria de la población.

II.5 Conocimiento Local.

El conocimiento local es esencial en el desarrollo rural como producto de las experiencias de muchas generaciones en su interacción con la naturaleza y el micro ambiente físico, integrándose así los valores ambientales, económicos y sociales (Warren, 1995).

En la actualidad está ampliamente aceptado el hecho que el conocimiento local sea un recurso poderoso por derecho propio y es complementario al conocimiento disponible de las fuentes científicas (Altieri, 1996).

El conjunto de experiencias, saberes, prácticas, modo de percibir el entorno, que están internalizados en una determinada sociedad agrícola, y que se han acumulados a lo largo del tiempo y además se han transmitido por tradición oral, es lo que se denomina conocimiento local (Quiroz, 1996).

Para Studley (1998), el conocimiento de los (as) productores (as), está construido a partir de los modos en que la gente categoriza, codifica, procesa y asigna significado a sus experiencias

En relación al conocimiento empírico que tienen los agricultores (as) del recurso suelo, Calderón (1983) describe a la Etnopedología como el conjunto de estudios interdisciplinarios, dedicados al entendimiento de las interfases existentes entre los suelos, la especie humana y otros componentes dentro del ecosistema.

Ryder, (2002) considera que hay muchas evidencias desde donde los agrónomos (as) pueden aprender una gran cantidad de cosas de los agricultores tradicionales, debido a cientos de conocimientos acumulados durante décadas de su medio biofísico circundante.

En ese sentido London (1998) señala que hay una relación establecida entre la antropología y la conservación de la biodiversidad, ya que ésta forma parte de su propósito en la defensa del rol del conocimiento empírico sobre la conservación de los sistemas tradicional diversificados. Una propuesta similar la señala Allievi (2000), donde manifiesta que para mantener el sistema diversificado, interactuando con otros factores biofísicos, es necesario rescatar y sostener el conocimiento local de los agricultores que desarrollan estos sistemas.

Por otra parte Warren, (1995) señala que el conocimiento local es un tipo de conocimiento que es único en una cultura o sociedad dada, este tipo de conocimiento contrasta con los sistemas de conocimiento internacionales generados por Universidades, Instituciones de Investigación y firmas privadas, mencionando que:

a) Cada sociedad tiene un cuerpo importante de conocimiento basado en la observación y uso cuidadoso de los recursos naturales, que se trasmite de generación en generación.

b) Las tecnologías locales usadas en forma efectiva por una sociedad pueden ser utilizadas para resolver problemas enfrentados por otra sociedad que se encuentra localizada en un sistema agroecológico similar.

Este mismo autor señala que el conocimiento local representa la base para la toma de decisiones a nivel local relacionada con la agricultura, manejo de recursos naturales, educación y otras series de actividades.

Dando importancia a las decisiones y al conocimiento local, Quiroz (1996), señala que el conocimiento no puede verse como un depósito sino como un proceso, y que lo importante no es saber de quién es el conocimiento que se está tomando en cuenta sino, también ¿Quién es el que lo conoce? ¿Quién tiene acceso a ese conocimiento? y ¿Como pueden generar nuevos conocimientos?.

De allí la necesidad de rescatar el conocimiento local en los sistemas de agricultura tradicional debido al cúmulo que, por razones de generaciones, lo hace muy importante.

En relación a este tema Toledo (2000), señala que el cúmulo de conocimiento que los (as) productores (as) campesinos (as) ponen en juego para utilizar los recursos naturales, se convierte en decisivo y que este conocimiento tiene un valor sustancial para clarificar las formas en que los campesinos perciben, conciben y conceptualizan los ecosistemas de los que ellos dependen para vivir en economías de subsistencias; este conocimiento de la naturaleza se convierte en un componente decisivo en la implantación de la estrategia campesina de supervivencia basada en el uso múltiple y refinado de los recursos naturales.

Los conocimientos locales según Shackeroff y Campbell (2007) han permitido caracterizar a las economías campesinas no solo por el tamaño de las parcelas sino también por su lógica de producción y reproducción, así como por el uso eficiente de sus recursos, la diversidad de tecnologías, las riquezas de sus organizaciones y su contribución a la producción de alimentos. Los mecanismos a través de los cuales los agricultores se comunican e intercambian ideas e información entre ellos son muchos y muy variados. El saber tiene una naturaleza multidimensional e interactiva, por lo cual

se necesitan metodologías que permitan que la gente se exprese de distintas maneras; se deben brindar oportunidades para explorar otras formas de “crear el mundo” (Quiroz, 1996).

Por otra parte los sistemas de conocimiento indígena y campesino, al igual que los procesos de la ciencia formal, parten de la observación sensitiva de los fenómenos, los describen, tratan de explicarlos e intentan predecir su comportamiento. Existen indicadores que reflejan la calidad de un suelo de acuerdo al manejo que se le da. Los indicadores son específicos del sitio y cambian de acuerdo al conocimiento de los agricultores o las condiciones de cada sitio (Subedi, 1996), de tal forma que es difícil realizar comparaciones usando resultados provenientes de indicadores diferentes.

Se ha demostrado que muchas poblaciones indígenas campesinas desarrollan sus propias estrategias para la utilización de los suelos y que esos conocimientos locales generalmente se transmiten entre generaciones por el lenguaje oral y costumbres y están asociados a las visiones de mundo diferentes que permanecen en los grupos culturales Giuseppe, (2005). Este mismo autor señala que los estudios etnopedológicos están enfocados, prioritariamente, al uso agrícola de los suelos, dando poca atención a otros campos y comportamientos dentro del sistema.

En estudios realizados por Calderon, (1983) en dos zonas Chinamperas del Valle de México Mixquic y Maquixco, consistió en una primera etapa en obtener datos empíricos a partir de entrevista a los campesinos de la zona para obtener información sobre suelos. En el área de Maquixco los campesinos diferenciaron ocho tipos de clases de tierra y en Mixquic identificaron nueve. Las determinaciones de laboratorio se seleccionaron considerando los atributos de los campesinos, indicando como relevante por cada clase de tierra: color, textura, densidad aparente, humedad aprovechable, cationes básicos, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y nitrógeno total.

II.6 Calidad del suelo en Sistemas de Agricultura Campesina.

La calidad del suelo, en términos simples, se define como la capacidad que tiene el suelo para cumplir con sus funciones relevantes en el ecosistema (Karlen., et al 1997);

ésta puede evaluarse a través de indicadores de calidad que resumen o simplifican información relevante de un mínimo de variables con alto grado de agregación, fáciles de medir y repetibles, representando las condiciones locales (Cantú et al., 2007). Este concepto de calidad de suelo hace referencia a tres grandes objetivos: Productividad biológica sostenida, Calidad ambiental, Salud animal y de plantas (Mausbach y Tugel, 1997).

Parr et al., (1992) definen el término calidad de suelo como la capacidad de este para funcionar de acuerdo a las demandas de uso, tal como la producción de biomasa, manteniendo su capacidad para resistir la degradación y minimizar impactos ambientales, lo cual abarca no solo la productividad del suelo sino también, la calidad ambiental, seguridad alimentaría salud animal y humana, degradación de contaminantes y uso de tierra.

Torres (2005) señala que la calidad desde el punto de vista de producción de biomasa, se refiere a que el suelo puede proveer a las plantas de un medio adecuado para la germinación de las semillas y desarrollo de las raíces, suplir de nutrientes a las mismas, almacenar y suplir de agua a los cultivos y garantizar condiciones adecuadas para el desarrollo de los microorganismos.

La calidad del suelo esta asociada a la capacidad de amortización que tiene el mismo, en un sistema de producción, esto se refiere a la suplencia de nutrientes, flujo de agua y el máximo de exploración radicular de las plantas.

Así mismo Torres (2005) señala que con respecto al flujo y contenido de agua, el suelo debe almacenar suficiente agua para garantizar el desarrollo óptimo de los cultivos, debe permitir solo un mínimo de escurrimiento. De igual manera señala que un suelo actúa como filtro ambiental cuando puede almacenar nutrientes y liberarlos cuando así lo requiera la planta, además puede retener compuestos químicos contaminantes evitando que contaminen las aguas subterráneas; en algunos casos se pueden transformar estas sustancias químicas en elementos no tóxicos.

La baja fertilidad del suelo es ampliamente aceptada como un factor importante que limita la productividad de las pequeñas explotaciones agrícolas en África, y los procesos de agotamiento de los nutrientes y la degradación del suelo son espacialmente heterogénea (Tittonell et al., 2005).

Seybold, et al., (1997) señalan que los suelos deberían ser medidos en función de la capacidad del suelo para la productividad biológica con respecto a la planta, a la calidad ambiental, humana y animal y que esto puede hacerse a través de indicadores de calidad.

Por otro lado, Ibáñez y García (2002) resaltan que un suelo es un subsistema con entidad propia dentro de los ecosistemas terrestres, que deriva del hecho de ser receptor neto de un flujo de energía contenido en la necromasa que se incorpora. Esta circunstancia da lugar a una gran diversidad estructural de la biocenosis heterótrofa que es capaz de utilizar dicha energía, aunque también pueden reconocerse una considerable cantidad de mecanismos funcionales que dotan al suelo de una enorme diversidad funcional.

Tittonell et al., (2005) también señalan que la variabilidad a escala regional se determina por el clima y los tipos dominantes del suelo, la presencia y el acceso a los mercados de factores, productos y aspectos socio-culturales históricos y étnicos que define el uso del suelo.

Así mismo señalan que las causas de la variabilidad en el manejo de la fertilidad del suelo a diferentes escalas de análisis son tanto biofísicas como socioeconómicas y que la disponibilidad de recursos y el patrón de asignación de los mismos a las diferentes actividades se determinan por el hogar y dependerá de las prioridades y las estrategias de producción.

Por lo tanto, la intensidad de los procesos que podría dar lugar a variaciones en el estado de la fertilidad del suelo en la explotación depende, de la dotación de recursos diferentes y la orientación de la producción.

En el contexto agrícola, la calidad de suelo puede ser manejada para maximizar la producción y su oferta en el medio ambiente; sin embargo, en un ecosistema natural la calidad del suelo puede tomarse como una línea base de valores para comparar los cambios ocurridos en los agroecosistemas (Singer y Ewing, 2000).

Desde un punto de vista sostenible y de salud para el agroecosistema, debe definir la capacidad del medio para mantener su productividad biológica, su calidad ambiental, promoviendo además la salud de animales, plantas y hasta del propio ser humano (Doran y Parkin, 1994 citado por Acuña et al., (2006).

Estos mismos autores hacen referencia a que los parámetros microbiológicos aportan información relativa a la actividad metabólica que se haya en el suelo, pues son los que mantienen una mayor sensibilidad frente a procesos no deseables tales como la contaminación o el mal manejo.

En relación a las propiedades químicas, físicas, biológicas y climáticas que actúan normalmente en interacción, son las que identifican la fertilidad de los suelos. Entre estos factores, quizás los componentes biológicos sean los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de los cultivos, además hoy se acepta que la actividad de los microorganismos no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de ecosistemas naturales como los agroecosistemas (Trasar et al., 2000).

En estudios realizados por Rodríguez et al., (2004), encontraron que las propiedades químico-estructurales del suelo evaluadas, bajo diferentes prácticas de manejo, suministró información sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo (MOS). Destaca que los sistemas de labranza, el manejo de los residuos de cosecha y los sistemas de cultivo en forma individual no generaron diferenciación en la estructura molecular de la materia orgánica del suelo (MOS), dominada por compuestos humificados y microbiológicos, de igual manera señalan que la permanencia en el suelo de las raíces y biomasa aérea de leguminosas, en rotación con cereales, contribuyó con

la acumulación de nitrógeno en los cereales, considerando la composición y el potencial de mineralización de las leguminosas.

En estudios recientes realizados por Espinoza et al., (2007) encontraron que las prácticas de labranza y rotación de cultivos pueden modificar la materia orgánica del suelo (MOS). Al comparar con la labranza convencional (LC), y el mantenimiento de residuos de cultivos sobre la superficie del suelo bajo siembra directa (SD) se encontró la mayor cantidad de Carbono y Nitrógeno a una profundidad de 0-5 cm, pero no a mayores profundidades. Estos autores condujeron un estudio por siete años, donde incluyeron labranza y rotación de cultivos, y donde evaluaron el efecto del manejo del suelo sobre las diferentes fracciones de C y N. El experimento fue localizado en Turén, estado Portuguesa, Venezuela, e incluyó dos sistemas de labranza, labranza convencional (LC) y siembra directa (SD), y dos rotaciones de cultivos, maíz-algodón (MA) y maíz-fríjol (MF). Las muestras de suelo fueron colectadas a tres profundidades y se analizó el C (COT) y N orgánico total (NOT), C (MMC) y N (MMN) de la masa microbiana, C y N mineralizable (C_{min} y N_{min}), N lábil potencialmente mineralizable (N_1) y su tasa de descomposición (k_1). Los cambios observados en COT y NOT en respuesta a la labranza y a la rotación de cultivos fueron relacionados con la cantidad y calidad de residuos de planta que regresan al suelo, pero no con su distribución en el perfil del suelo, a excepción de la MO mineralizable. Este estudio demuestra la importancia de la MMC, MMN y de la mineralización de C y N como índices para conocer la dinámica de la MOS en suelos de zonas tropicales.

II.7 Etnopedología:

En cuanto al conocimiento empírico que tienen los agricultores, estudios recientes en diferentes partes del mundo señalan la importancia de considerar la percepción de los agricultores en las evaluaciones de los suelos. La Etnopedología permite comprender acerca del conocimiento local sobre la percepción y apreciación de la clasificación de los suelos (Furber, 1989.; Hecht, 1990.; Tabor. 1990 y Niemeijer, 1995 citado por Barrera et al., 2000).

Alves y Marques, (2005) describen a la Etnopedología como el conjunto de estudios interdisciplinarios dedicados al entendimiento de las interfases existentes entre los suelos, la especie humana y otros componentes dentro del ecosistema.

Esta rama combina investigaciones aproximadas, a escala espacial y temporal, del clima, la ecogeografía, agroecología, antropología social, geografía rural y geopedología con dimensiones operacionales (Barrera et al., 2000).

Estas investigaciones incluyen:

- El conocimiento local.
- La percepción local y la opinión acerca del suelo.
- La heterogeneidad espacial y la variabilidad temporal.
- La dinámica natural.
- Los procesos de interrelación con otros factores biofísicos.

Desde una perspectiva ambiental, la estructura especial que caracteriza a los huertos o sistemas de agricultura campesina, con sus altos niveles de estratos que permiten una alta biomasa en la superficie del suelo, logra garantizar el ciclaje natural del agroecosistema, permitiéndole una mayor calidad del suelo, desde el punto de vista físico, químico y biológico. La calidad del suelo se puede evaluar a través de indicadores, los cuales representan herramientas importantes para la armonización de información científica, técnica y para la toma de decisiones.

III. METODOLOGÍA

III. 1 Descripción de la zona de estudio

El trabajo de investigación se realizó en una zona montañosa al sur del estado Trujillo, específicamente en la comunidad agrícola sector La Chapa, ubicada en el Municipio Trujillo,.

- **Características Generales de la zona:**

El sector la Chapa está localizado en la microcuenca Quebrada Agua Clara, con una superficie de 5.685,61has (Silverio y Semprum, 1991).

- **Ubicación geográfica:** Se encuentra entre las siguientes coordenadas:

Latitud Norte: 9° 18' 36" - 9° 24' 37"

Longitud Oeste: 70° 31' 48" - 70 ° 27' 2"

- **Clima:**

Temperatura promedio anual: 20 - 24 °C

Precipitación: 1074 mm/año.

Altitud: 600 – 1400 msnm.

Zona de vida: Pertenece al Bosque Seco Tropical según Holdridge.

- **Geología:** La geología de la microcuenca está representada, según Alborno (1998) por las siguientes formaciones: Mucuchachi, La Quinta, Isnotú, y Cogollo.

- **Uso y Manejo:** Actualmente el sistema agrícola predominante en la cuenca es el de cítricas y dentro de las musáceas el cambur; también predominan los sistemas de agricultura tradicional como el café y cultivos asociados (conuco); estos poseen especies forestales muy diversas, asociadas con gran cantidad de cultivos y su manejo agronómico está basado sin insumos externos, como fertilizantes inorgánicos y pesticidas.

III. 2 - Descripción Socio – Cultural de la Zona de Estudio:

Es potencialmente una zona caracterizada por pequeños agricultores y agricultoras, su rubro potencial es el cultivo de café (*Coffea spp.*), este rubro constituyó, por muchos años, la principal fuente de ingreso familiar para esta comunidad rural; en el procesamiento de este cultivo casero, converge gran cantidad de conocimiento local en materia de lavado, secado y trillado de café. En esta zona también predomina una diversidad de especies de aguacate (*Persea americana*), los nombres dados por los productores a las variedades observadas por ellos son las siguientes: Pechugón, Extranjero, Frutado, Pechugón Frutado, Totumito, Teta de India, Redondo y Pechugón Lechoso. Pero el de mayor importancia en la zona es el Pechugón. La selección de la semilla y propagación la realizan mayormente de aquellas especies que ofrecen un mayor beneficio a la familia, bien sea por el consumo o por la venta (Quiroz, et al., 2001).

El cultivo que tiende a desarrollarse hoy día son las cítricas como monocultivo, entre ellas, las naranjas (*Citrus sinencis*) y las mandarinas (*Citrus reticulata*).

Aún así, existen sistemas de huertos altamente diversificados, el manejo viene dado por la disponibilidad de los recursos económicos y mano de obra familiar, con la participación tanto de las mujeres como de los niños. Los agricultores y agricultoras viven, en su mayoría, de la venta de los rubros agrícolas que cultivan.

Historia del uso y manejo.

En relación al uso, y manejo de los sistemas de agricultura campesina evaluados, éstos han sido establecidos desde hace mucho tiempo: la unidad de producción de la Familia Lozada tiene más de 39 años de establecida, el sistema de producción del Sr. Jesús Portillo tiene más de 80 años y el de la familia Santos más de 12 años. En cuanto al rubro común de los sistemas evaluados es el Café. En relación al manejo agronómico está sustentado en el uso de los residuos orgánicos incorporados al suelo de forma natural. Cabe destacar que no utilizan fertilizantes inorgánicos ni otros agroquímicos. En tal sentido, es un sistema manejado agroecológicamente con la incorporación de los residuos orgánicos y la diversidad de especies y número de plantas establecidas. En

cuanto a las labores de campo el trabajo lo realiza la familia (siembra, limpia, poda, cosecha y otras actividades complementarias), también utilizan la “Mano Vuelta”.

Existe un valor agregado en el mantenimiento de variedades locales (germoplasma local), entre ellas la papa de árbol, la producción de semilla de hortalizas, como Lechuga, Manzanilla, Café y diferentes especies de Guajes entre otras. La conservación de las especies locales le permiten el mantenimiento de las semillas que le proveen parte del sustento diario de cada familia campesina; esta práctica que la han desarrollado por muchos años tiene una gran importancia en el mantenimiento de la diversidad genética.

Otro aspecto a considerar es el uso de la leña como fuente de energía para la cocción de los alimentos de la familia campesina, esto les permite aprovechar un recurso local de los restos de residuos de ramas o árboles caídos o restos de poda, así mismo le permite un ahorro económico directo a cada familia y lo inmediato de disponer de energía, sin tener que trasladarse a la ciudad.

III. 3 - Selección de los Sistemas de Agricultura estudiados y caracterización de las Zonas de Manejo para el muestreo.

La selección de los tres sistemas de agricultura tradicional (conucos) en el sector Loma de La Paz – La Chapa, del Municipio Trujillo, se realizó considerando tres criterios:

- a. Nivel de diversidad de especies asociadas.
- b. Tiempo desde que se estableció y
- c. Accesibilidad; cada unidad de producción fue georeferenciado con GPS.

Los sistemas de agricultura campesina seleccionados fueron previamente evaluados por otro grupo de investigadores en cuanto a los niveles de diversidad, a través de un proyecto de conservación *in situ*, coordinado por Quiroz et al., (2001) de la Universidad de los Andes, Núcleo Rafael Rangel Trujillo (NURR – ULA). Estos investigadores encontraron altos niveles de diversidad por lo que para este estudio se seleccionaron tres niveles denominados:

A) Sistema de Agricultura Campesina 1: Representado por la Sra. Maritza de Lozada y el Sr. Pedro Lozada, tienen más de 35 años en su sistema de producción, viven de su producción local principalmente de las musáceas y el cultivo de café, sin embargo poseen una gran diversidad de especies cultivadas (55). En este sistema trabajan los hijos los fines de semana. El nivel de accesibilidad es viable con carreteras regulares en la vía principal del sector Loma de la Paz. El manejo del sistema, la familia Lozada ellos aprovechan todos los residuos (hojarascas, restos de cosecha y la basura casera), como fuente para abonar los suelos, es decir ellos no queman los residuos orgánicos y esta materia orgánica es reutilizada porque se incorpora al suelo.

B. Sistema de Agricultura Campesina 2: Representado por el Sr. Jesús portillo, edad 92 años y que estuvo viviendo en el sistema de producción durante toda su vida. El nivel de diversidad es alto con (28) especies cultivadas, conociendo que el Sr. Jesús vivía con su hija que tenía un problema de discapacidad, su cultivo principal es el café y las Leguminosas. En cuanto a la accesibilidad, la unidad de producción se encuentra en la vía principal del sector Loma de la Paz con vía principal en condiciones regular, pero viables.

El manejo del sistema, del Sr. Jesús Portillo que tiene más de 92 años de edad, el aprovecha todos los residuos (hojarascas, restos de cosecha y la basura casera), como fuente para abonar los suelos, no quema y todos estos residuos orgánicos son la principal fuente de nutrientes que tiene la unidad de producción, no utiliza ningún agrotóxico.

Sistema de Agricultura Campesina 3: Representado por la Sra. Maribel de Santos y el Sr. Santiago Santos, este sistema tiene mas de 12 años de establecido y su cultivo principal es el Café en una superficie de 12 Has cultivo común en la zona de la Chapa. Es el menos diverso porque ellos no son los dueños de la Unidad de producción, lo que demuestra que nivel de diversidad de especies establecidas tiene ver con la tenencia de la tierra. Es el único que tiene el componente animal (bovino y porcino), donde generan ingresos por la venta de leche, queso y mantequilla. En cuanto a la accesibilidad, la

unidad de producción se encuentra en la vía principal del sector Loma de la Paz con vía principal en condiciones regular, pero viables.

La Línea Base.

La línea base o de referencia estaba representada por un bosque natural no intervenido localizado en el sector Loma de la Paz, lugar donde estaban establecidos los tres sistemas de agricultura campesina bajo estudio.

III. 4 Caracterización de la diversidad de especies y evaluación de la calidad de los suelos.

Para cumplir con los objetivos planteados, esta investigación se llevó a cabo en varias fases:

Inicialmente se realizó la caracterización y descripción de la estructura propia de cada sistema de producción, es decir, conocer como estaban distribuidos los diversos cultivos, los forestales y las ornamentales en sus respectivas áreas.

Se utilizó la metodología de “zonas de manejo” o “Unidad de análisis” propuesta por Lox, (1998), la cual permite identificar la diversidad de especies cultivadas y no cultivadas que existe en un área determinada, generando un mapa con todos los tipos de especies que predominan o se cultivan.

Tomándose, en cuenta la función de las especies cultivadas que predominan así como su manejo.

En cada zona de manejo se determinó la superficie (m^2) correspondiente a cada una de ellas, esto permitió conocer la diversidad por superficie caracterizándose la distribución horizontal de los diferentes cultivos establecidos en cada “unidad de análisis”.

Los datos fueron recolectados a través de entrevistas, cartografía participativa para los inventarios de las plantas, tipos de suelos, y observación directa.

Para evaluar los indicadores de calidad de suelo se seleccionaron aquellas variables relevantes para los tres sistemas de producción, que tenían una alta correlación entre ellas.

III. 5 Investigación Cualitativa e interpretativa

En cada unidad de producción se recopiló la información del productor con entrevistas individuales semi-estructuradas, abiertas y de contraste, que fueron grabadas (con autorización del agricultor) y transcritas, complementadas con notas de campo y observaciones directas. De igual manera se hizo la caracterización del área cultivada en cada sistema de agricultura campesina, a través de la metodología propuesta por Lox (2001) para generar las zonas de manejo o unidades de análisis.

Las entrevistas se abordaron buscando lograr la expresión de la perspectiva de los productores en lo referente a las preguntas que orientaron la investigación, relacionadas con los criterios de selección de los tipos de especies, de acuerdo a la clasificación de los suelos que él o ella asignaron para la estructuración y ordenamiento de la diversidad de especie. Se identificó el conocimiento local que tienen los productores en relación a la clasificación de los suelos. Esto permitió evaluar si existen criterios de clasificación de los suelos de acuerdo al cultivo o cultivos que establecen en cada zona de manejo, rescatando y valorando el conocimiento empírico que tienen los agricultores o las agricultoras en su sistema de producción.

Con base a la información recolectada en campo y con la participación de los productores (as), a través de talleres participativos, se logró identificar los cultivos que predominan en cada zona de manejo, así mismo los criterios utilizados para la clasificación de los tipos de suelos que hay en cada una de estas zonas.

Como producto de esta actividad se generaron mapas en cada sistema de agricultura campesina, donde se visualizan las diferentes zonas de manejo, la diversidad de especies y los tipos de suelos asociados a las mismas. Estos mapas permitieron apreciar en forma horizontal la disposición de los diferentes cultivos en cada zona de manejo y los tipos de suelos que hay en cada una de ellas. Se pudo observar que

existe un ordenamiento estructural que es único y propio de cada unidad de producción.

La codificación en la fase inicial del método analítico permitió simplemente un proceso de categorización y clasificación de los datos, estos códigos actúan como formas abreviadas para etiquetar, separar, recopilar y organizar los mismos. La codificación cualitativa permitió crear categorías que provienen de la interpretación de los datos, de tal forma que los códigos se utilizaron para agrupar y categorizar una serie de eventos, manifestaciones y observaciones (Quiroz, 1990).

Una vez que se caracterizó cada zona de manejo en los tres sistemas de agricultura campesina, se conocieron criterios de selección o clasificación de los suelos que tienen los productores relacionados al componente suelo; para ello se realizaron “entrevistas abiertas semi estructuradas”, donde las preguntas que se abordaron fueron: ¿Que opina Ud. de la zona donde vive?, ¿Como es su parcela?, ¿Donde tiene los mejores suelos en su parcela?, ¿Donde tienen sembrados ustedes sus cultivos?, ¿Observan diferencias en los suelos? ¿Como son los suelos aquí?.

La metodología propuesta por Glaser y Strauss (1967) basada en el método cualitativo – interpretativo consiste en la recopilación de “datos” y “códigos” que el entrevistado señala para hacer referencia a casos muy específicos o particulares en su unidad de producción. Para recopilar estos datos se tomaron notas de campo y entrevistas grabadas cuya función fue lograr que los productores describieran y expresaran a través de una conversación, de allí se extrajeron los datos. Esta fue la metodología utilizada en esta investigación, que permitió codificar y clasificar los datos que utilizan los agricultores y agricultoras para referirse a situaciones muy particulares relacionada a las variables objeto de estudio.

El análisis de las entrevistas abiertas permitió comparar todos los detalles de los datos e información y la observación directa en el campo; en el Grafico 1 se muestra el esquema como se caracterizaron las diferentes entrevistas, considerando las “Entrevistas Abiertas, Generales y Específicas”.

La perspectiva del trabajo fue cualitativa - interpretativa, donde se consideró el punto de vista del productor y, por lo tanto, donde se refleja lo que él percibe como importante. Se trató de evitar en todo momento cualquier interferencia que evitara que el agricultor se expresara espontáneamente y con claridad.

A continuación se muestra, en forma esquemática, cual fue el procedimiento utilizado y cómo se abordaron las preguntas en las entrevistas:

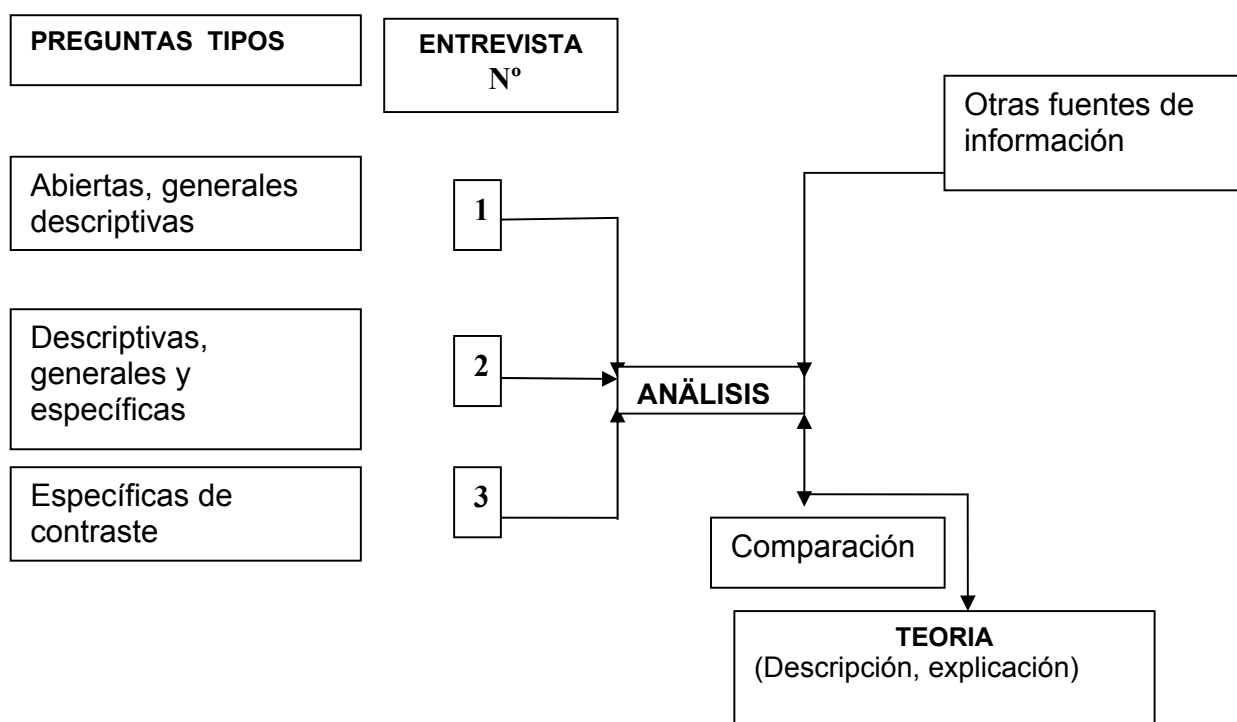


Gráfico 1. Esquema metodológico obtenido de las entrevistas realizadas a las familias de los tres sistemas de agricultura campesina del sector La Chapa. Adaptado de Glaser y Strauss (1967).

El análisis interpretativo y la comparación entre las entrevistas de las tres familias permitieron lograr un patrón descriptivo y explicativo de los diversos tópicos encontrados en relación al suelo con la diversidad de especies, donde se determinó el número de especies de plantas cultivadas por cada zona de manejo,;esta información fue acompañada con la observación directa en campo.

Se realizaron varias visitas de campo para recolectar la información de los productores a través de las entrevistas.

Las entrevistas se abordaron buscando lograr la expresión de la perspectiva de los productores en lo referido en las preguntas que orientaban la investigación relacionada a los criterios de selección o clasificación de los tipos de suelo que tienen en sus unidades de producción, de igual manera conocer la relación y distribución de los cultivos establecidos o cultivados. En cuanto a la caracterización de la diversidad de especies que existe, se logró conocer la capacidad productiva, evaluando la fertilidad física, química y biológica de los suelos que poseen los tres sistemas de agricultura campesina.

Para ello se evaluaron indicadores de calidad de suelo, utilizando la metodología propuesta por Florentino (1998), en la cual se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades de 0 -20 cm y 20 – 40 cm, trazando una transecta, en cada zona de manejo y se Integró el conocimiento local tradicional de los productores (as) y el conocimiento científico de los sistemas de agricultura campesina evaluados en el laboratorio.

III. 6 Índices de Biodiversidad e Intensidad de Uso.

En cuando a los Índices de Diversidad e Intensidad de uso de los suelos, éstos se determinaron con base a la superficie (m^2) de cada zona de manejo y a la identificación de todas las especies cultivadas (número de especies y número de plantas por cada especie), realizando un inventario de las plantas a través de la cartografía participativa. Así se calculó posteriormente el **Índice de Biodiversidad** (dividiendo el **número de especies por el Área** en cada Zona de Manejo); y en cuanto a la **Intensidad de Uso**

se determinó dividiendo el **número total de plantas/Área** en cada zona de manejo en los diferentes sistemas de producción evaluados. En cada zona de manejo se identificó el número de especies cultivadas y el número total de plantas establecidas. A su vez se realizó el levantamiento de cada superficie de las diferentes zonas de manejo, para poder conocer la intensidad de utilización del recurso suelo.

III.7 Evaluación de las Variables Físicas, Químicas y Biológicas de los suelos en los tres Sistemas bajo estudio.

En cada sistema de agricultura campesina se evaluaron variables físicas, químicas y biológicas de los suelos; se realizaron visitas de campo con recorridos a través de toda su extensión. Se ubicaron los sitios por cada zona de manejo, así como las profundidades de muestreo. En cada profundidad se tomaron muestras de suelo no alteradas, mediante un toma muestras tipo Uhland y cilindros con un volumen de 98,18 cm³. Las variables evaluadas fueron:

Variables físicas: distribución de tamaño de partículas, textura, conductividad hidráulica saturada (Ks), estabilidad de los agregados (AE) y densidad aparente (Da), usando la metodología descrita por Pla, (1983).

Variables químicas: pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total (% CO), nitrógeno total (% Nt), relación carbono-nitrógeno (C/N), hierro (Fe⁺³) y aluminio intercambiable (Al⁺³).

- Nitrógeno total: se determinó a través del método Kjeldahl (Carrasco, 1973).
- Carbono orgánico: Se utilizó la metodología propuesta por Walkey y Black basado en la oxidación de la materia orgánica con dicromato potásico y una mezcla de ácido sulfúrico (Carrasco, 1973).
- Relación C/N: Se calculó la relación carbono/nitrógeno, (Harada et al., 1997), como indicador de la degradación de los materiales orgánicos presentes en los suelos.

- Conductividad eléctrica (relación 1:1): según la metodología utilizada en el Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía – UCV (1993).
- Bases de intercambio: se determinó (Ca) por espectroscopia de absorción atómica utilizada en el Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía – UCV (1993).
- pH (relación 1:1 en agua): según la metodología utilizada en el Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía – UCV (1993).
- Aluminio intercambiable y concentraciones de hierro, según la metodología del Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía – UCV (1993).

Variables Biológicas de los Suelos:

Respiración edáfica: Según la metodología propuesta por (Senez, 1976).

El método de respiración adoptado consiste básicamente de una cámara de respiración conteniendo el sustrato, a través del cual circula un flujo continuo de aire libre de dióxido de carbono (CO_2). El CO_2 generado por el sustrato es atrapado en una solución alcalina y se determina químicamente mediante titulación con ácido. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Biología de Suelo del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía de la UCV.

III. 8 Análisis Estadísticos

Para el análisis de los resultados se utilizó la estadística descriptiva, análisis de varianza y prueba de medias así como un análisis de conglomerado (Análisis Cluster), se utilizó el paquete estadístico InfoStat (2002). Toda la información se efectuó desde tres perspectivas. Para la colección de los datos de las variables a analizar, cada sistema fue dividido en zonas de manejo y muestreado trazando una transecta en cada zona, adicionalmente se tomaron tres muestras de suelo en cada zona de manejo a dos profundidades 0 – 20 cm y 20 – 40 cm.

La primera de las perspectivas consistió en analizar, si las variables físicas, químicas y biológicas se mantenían homogéneas o diferían de acuerdo a las zonas de manejo identificadas dentro de cada sistema, a lo largo de las profundidades de suelo evaluadas, como fuente de variación.

De esta manera, se condujo un análisis de varianza (ANAVAR) bajo los supuestos de un modelo de diseño completamente aleatorizado, con dos factores. El primer factor fue la zona de manejo. A este respecto, fueron identificadas seis (6) zonas de manejo en el SAC 1 (Flia. Lozada), cinco (5) en el SAC 2 (Sr. Portillo) y uno (1) en el SAC 3.

El segundo factor fue la profundidad del perfil (0 -20 cm y 20 – 40 cm), Los datos eran desbalanceados por las características propias de las unidades de producción. En algunas no se pudo tomar muestras de suelo entre 40 – 60 cm (como inicialmente se había planteado) debido a la alta pedregosidad. En función de esto, el análisis de varianza se condujo considerando 3 fuentes de variación: la profundidad, las zonas de manejo, y la interacción zona por profundidad para verificar si el comportamiento de las zonas de manejo cambiaban con las variables físicas, químicas y biológicas dentro del perfil de suelo. Para dos de los sistemas (SAC1 Familia Lozada y SAC2 Jesús Portillo), se evaluaron catorce (14) variables. En ambos sistemas se observó la mayor diversidad de especies cultivadas. La prueba de Duncan (referencia) se empleó para identificar grupos homogéneos dentro de cada sistema y a lo largo del perfil.

La segunda perspectiva fue el Análisis de Componentes Principales, para conocer cuales variables contribuían más a la variabilidad total del conjunto de datos, y finalmente, se realizó el análisis de conglomerados - Análisis Cluster (Montgomery, 1991); lo cual permitió determinar las variables con mayor similitud entre las zonas de manejo, dentro de cada caso, así como la correlación de dichas variables y las zonas de manejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de agricultura campesina evaluados en este trabajo, mostraron que existe un nivel de diversidad de especies cultivadas en las diferentes áreas o zonas de manejo de cada y que cada zona cumple una función o uso específico en el sistema productivo de cada familia, siendo el cultivo del café el rubro común de los tres sistemas de producción evaluados. Estos sistemas de agricultura campesina mantienen y proveen diversos alimentos a cada núcleo familiar.

En relación con lo planteado en los objetivos, se evidencia que existe un conocimiento empírico en el manejo agroecológico de los diferentes sistemas de agricultura campesina localizados en el sector La Chapa estado Trujillo.

IV. 1. Clasificación de los indicadores edáficos basados en el conocimiento local tradicional de los productores:

IV.1.1. Elaboración de mapas y separación de las diferentes zonas de manejo por los agricultores y su grupo familiar.

Los mapas generados por el grupo familiar de cada sistema de agricultura campesina (SAC) se muestran en las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5. En cada uno de ellos se puede observar la distribución de las diferentes Zonas de Manejo o Unidades de Análisis. En el SAC 1 (Familia Lozada) se encontraron seis (6) zonas de manejo, en el SAC 2 (Sr. Jesús Portillo) cinco (5) y en el SAC 3 (Familia Santos) uno (1).

Ello representa el ordenamiento espacial de los diferentes cultivos, establecidos en cada una de las parcelas estudiadas; tomando en cuenta que cada área representa una zona específica de producción y manejo.

IV.1.1.1. Distribución Horizontal del Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.

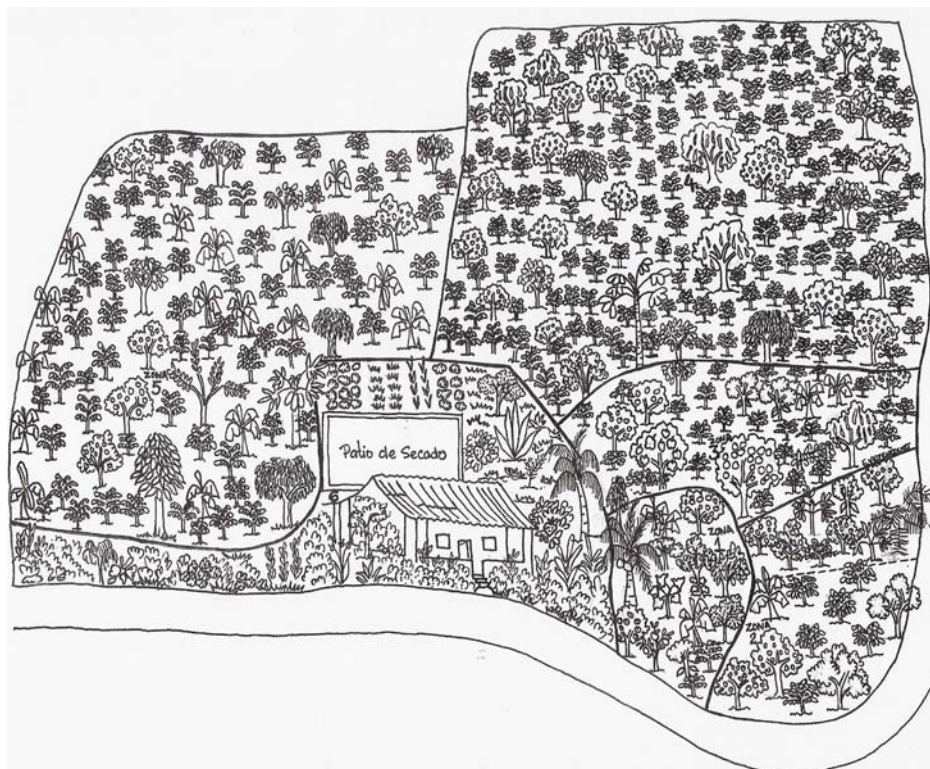


Figura 1. Mapa de distribución horizontal – Sistema de Agricultura Campesina 1 - Familia Lozada.

Se puede observar en el mapa de la Fig. 1, la distribución horizontal por áreas y la diversificación de plantas establecidas en todo el sistema de producción, donde cabe destacar que no hay espacios sin cultivar, así como la gran diversidad de especies y plantas existentes, que genera una gran cantidad y diversidad de biomasa que retorna al suelo como residuos y que poco a poco es incorporada. A su vez esta diversidad de especies cultivadas provee de alimentos a la familia para autoabastecerse y los excedentes son vendidos, principalmente el cambur y café son los rubros agrícolas que más comercializa la familia.

IV.1.1.1.2. Diferentes Zonas de Manejo del Sistema de producción 1 (Familia Lozada):

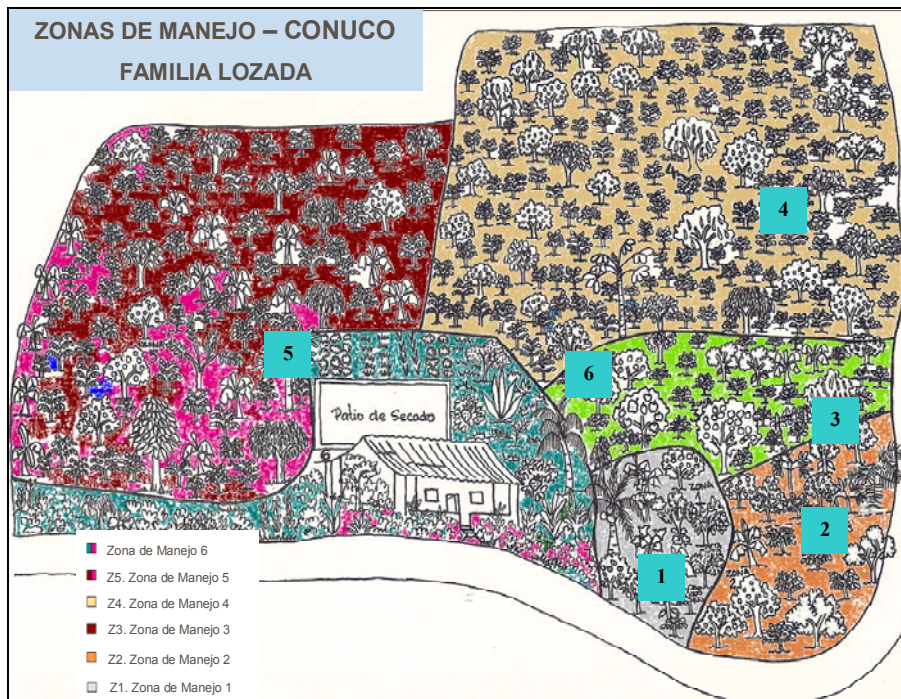


Figura 2. Mapa de las Zonas de Manejo – Sistema de Agricultura Campesina 1 - Familia Lozada.

Leyenda:

- ZM1. Cultivada con frutales
- ZM2. Café y Naranjas.
- ZM3. Café bajo sombra y cambur.
- ZM4. Café – Naranjas – Aguacates.
- ZM5. Cambur / algunos frutales
- ZM6. Ornamentales/ Medicinales

En la Figura 2 se observa el mapa de las diferentes zonas de manejo que fueron identificadas y caracterizadas por la Familia Lozada; ellos definieron seis (6) zonas de manejo con una superficie total de 3123,54 m². Cada una de las zonas de manejo representa varios cultivos asociados con su manejo y función diferente.

Historia del uso y manejo.

En relación al uso, el sistema de agricultura campesina ha sido establecido por mucho tiempo esta unidad de producción tiene más de 39 años establecida, el trabajo de campo lo realiza la familia (Siembra, Limpia, Poda, Cosecha y otras actividades complementarias). El manejo agronómico está sustentado en el uso de los residuos orgánicos incorporados al suelo de forma natural. Cabe destacar que no utilizan fertilizantes inorgánicos ni otros agroquímicos. En tal sentido, es un sistema manejado agroecológicamente con la incorporación de los residuos orgánicos y la diversidad de especies y número de plantas establecidas en cada zona de manejo.

En cuanto al manejo y conservación de la diversidad de especies establecidas en los diferentes sistemas de producción y sus respectivas zonas de manejo esto lo logran a través de la producción de semillas.

En relación a la familia Lozada, ellos producen las semillas de lechuga, manzanilla, café y otros rubros.

IV.1.1.1.3. Diversidad y número de especies cultivadas en las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 1 - familia Lozada.

En los Cuadros 1, 2, 3, 4, 5 y 6, se presenta el número de especies por familia botánica, así como también el número de individuos por especie para cada una de las zonas de manejo clasificadas en el sistema de agricultura campesina de la familia Lozada. Al realizar el inventario se identificaron un total de 55 especies y 3058 plantas en el inventario.

Cuadro 1. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 1 (ZM1), Frutales en asociación cercana a la vivienda.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuo
1	Aguacate	<i>Persea americana millar.</i>	<i>Lauraceae</i>	(1)
2	Tamarindo Chino	<i>Averrhoa carambola L</i>	<i>Oxalidaceae</i>	(1)
3	Durazno	<i>Prunus persica (L)</i>	<i>Rosaceae</i>	(1)
4	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	<i>Annonaceae</i>	(1)
5	Coco de Palma	<i>Cocos nuciferas L</i>	<i>Aracaceae</i>	(1)
6	Café	<i>Coffea arabica L.</i>	<i>Rubiaceae</i>	(4)
7	Cacao	<i>Teobroma Cacao</i>	<i>Sterculiaceae</i>	(2)
8	Semeruco	<i>Malpighia emarginata</i>	<i>Malpighiaceae</i>	(1)
9	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(2)
10	Naranjas	<i>Citrus sinencis</i>	<i>Rutaceae</i>	(2)
11	Manzano	<i>Malus pumila L</i>	<i>Rosaceae</i>	(1)
12	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	<i>Sapotaceae</i>	(1)
13	Lechosa	<i>Carica papaya L.</i>	<i>Caricaceae</i>	(2)
Total de Especies: 13			Total de Individuos: 20	

En la ZM1 que tiene una superficie de 168,3 M2, existe una diversidad de árboles frutales asociados establecidos, por la familia que está integrada por Jóvenes estudiantes de Bachillerato y esta diversidad de frutas son fuentes de nutrientes de la dieta de la familia.

En la ZM2 tiene una superficie de 168,3 M2, tienen actualmente cultivado una especie de café hoja ancha que se ha adaptado muy bien, de igual manera en esta zona se observó alta presencia de Helecho (*Polystichum sp.*) anteriormente el productor había establecido otros rubros e incluso café criollo y no se adaptaba.

Cuadro 2. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 2 (ZM2), cultivada con café, yuca y naranja criollo.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos/ especie
1	Café	<i>Coffea arabica</i> (L) especie. <i>Canéfora</i>	<i>Rubiaceae</i>	(30)
2	Naranjos criollos:	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	(20)
3	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	(10)
4	Helecho (abundantes)	<i>Polystichum sp</i>	<i>Aspidiaceae</i>	
Total de especies= 3			Total de Individuos= 60	

Cuadro 3. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 3 (ZM3), cultivada con café bajo sombra y cambur.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos/ especie
1	Café	<i>Coffea arábica</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	(200)
2	Aguacate	<i>Persea americana</i> Miller	<i>Lauraceae</i>	(4)
3	Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	<i>Rutaceae</i>	(1)
4	Chayota	<i>Sechium edule</i> (Jacq) Sw.	<i>Cucurbitaceae</i>	(1)
5	Parchita	<i>Pasiflora edulis</i> var.	<i>Passifloraceae</i>	(1)
6	Guaramaco	<i>Brownea coccinea</i>	<i>Cesalpiniaceae</i>	(1)
7	Cacao	<i>Teobroma Cacao</i>	<i>Sterculiaceae</i>	(3)
8	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(20)
9	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	<i>Rutaceae</i>	(6)
10	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	<i>Sapotaceae</i>	(1)
Total de especies= 10			Total de Individuos=238	

La Zona de manejo 3 tiene una superficie de 611,0 M2, predomina el cultivo de café (*Coffea arábica* L.) acompañado de frutales principalmente que proveen de sombra, de igual manera el cultivo de cambur es una de las especies que también es relevante en esta área.

Cuadro 4. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 4 (ZM4), cultivada con café, cítricas y aguacate.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Café	<i>Coffea arábica (L)</i>	<i>Rubiaceae</i>	(1950)
2	Naranjos criollos:	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	(50)
3	Aguacate	<i>Persea americana Miller</i>	<i>Lauraceae</i>	(24)
Total de especies= 3		Total de Individuos=		2024

La Zona de manejo 4, tiene una superficie 611, 0 M² área que predomina el cultivo de café, también esta asociada con aguacates y naranjas, para un total de 2024 plantas en una superficie 611,0 M², esto representa un máximo aprovechamiento del recurso suelo.

Cuadro 5. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 5 (ZM5), cultivada con café bajo sombra.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(600)
2	Aguacate	<i>Persea americana Miller</i>	<i>Lauraceae</i>	(4)
3	Pomagas	<i>Syzygium jambos (L) Alston</i>	<i>Myrtaceae</i>	(1)
4	Mango	<i>Manguifera indica(L)</i>	<i>Anacardiaceae</i>	(3)
5	Mandarinas	<i>Citrus reticulada Blanco.</i>	<i>Rutaceae</i>	(3)
6	Naranjas	<i>Citrus sinensis(L) Osback</i>	<i>Rutaceae</i>	(5)
7	Lechosa	<i>Carica papaya L.</i>	<i>Caricaceae</i>	(2)
8	Guayaba	<i>Psidium guayaba L.</i>	<i>Myrtaceae</i>	(1)
Total de especies= 8		Total de individuos=		619.

La Zona de manejo 5, tiene una superficie de 1499 M²., área destinada principalmente al cultivo del cambur (*Musa AAA*) esta zona tiene con total de 600 plantas establecidas asociadas con grupo de frutales. La venta del Cambur verde es una las fuentes de ingresos económicos de la Familia Lozada. En esta zona de manejo no tiene establecido ninguna planta de café.

Cuadro 6. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo (ZM6), plantas medicinales ornamentales y algunas hortalizas.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Labiatae</i>	(4)
2	Manzanilla	<i>Matriacaria chamomilla L.</i>	<i>Compositae</i> - <i>Astereaceae</i>	(4)
3	Romero	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	<i>Labiatae-Lamiaceae</i>	(3)
4	Zábila	<i>Aloe vera L</i>	<i>Liliaceae</i>	(2)
5	Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Compositae</i> <i>Astereaceae</i>	(20)
6	Perejil	<i>Petroselinum crispum Nym</i>	<i>Umbellifera</i>	(4)
7	Ají dulce	<i>Capsicum sp</i>	<i>Solanaceae</i>	(3)
9	Fresa	<i>Fragraria vesca L</i>	<i>Rosaceae</i>	(40)
10	Rosas	<i>Rosa spp.</i>	<i>Rosaceae</i>	(20)
11	Claveles	<i>Dianthus caryophyllus L</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	(6)
12	Gladiolas	<i>Gladiolus hortulanus Bailey.</i>	<i>Indaceacea</i>	(3)
13	Capacho	<i>Canna indica L. var. Limbata Rosc</i>	<i>Cannaceae</i>	(2)
14	Hortensia	<i>Hydrangea macrophylla .</i>	<i>Saxifragaceae</i>	(2)
15	Orquídeas	<i>Cattleya sp</i>	<i>Orchidaceae</i>	(4)
16	Novios	<i>Palargonium sp</i>	<i>Geraniaceae</i>	(6)
17	Calas	<i>Anthurium sp</i>	<i>Araceae</i>	(4)
Total de especies= 17		Total de Individuos= 97		

La ZM6 es la zona más cercana a la vivienda, manejada fundamentalmente por la mujer, tiene establecida especias, flores, hortalizas, semilleros. Ella aplica al suelo todos los residuos orgánicos generados en la cocina directamente a todas las plantas que tiene cultivadas, de allí el color oscuro del suelo identificados por ellos mismos. Un aspecto que resalta es que hay una gran variedad de especies cultivadas desde donde se observa un total de 17 especies identificadas en el inventario, área sin plantas de café. En esta zona de manejo de igual manera se encuentran ubicado el patio de secado de café y tiene una superficie de 64 m². Se encontró la presencia de café en todas las zonas a excepción de la zona 1, 6, 5.

IV.1.1.1.4. Índice de biodiversidad (IB) e Intensidad de uso (IU).

En el Cuadro 7, se muestra el índice de biodiversidad y el índice de intensidad de uso para cada una de las seis zonas de manejo en el SAC 1. En el cálculo del mismo se consideró el número de especies cultivadas, número de individuos por especie y la superficie de cada zona de manejo. Encontrándose el mayor índice de biodiversidad en la ZM1, seguida de la ZM2 y la mayor intensidad o aprovechamiento del suelo es la ZM4, cultivada principalmente con el cultivo de Café.

Cuadro 7. Índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso (IU)-Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada.

Zonas de Manejo	Nº de especies	Nº de individuos	Superficie (m ²)	IB (Nº de especies/Área)	IU (Nº de Ind/Área)
ZM1	13	20	168,3	<u>0,077</u>	0,119
ZM2	4	60	168,3	<u>0,024</u>	0,357
ZM3	10	238	611,0	0,016	0,390
ZM4	3	2024	611,0	<u>0,005</u>	<u>3,313</u>
ZM5	8	619	1499,0	<u>0,005</u>	<u>0,413</u>
ZM6	17	97	65,94	<u>0,017</u>	<u>0,679</u>
Ponderado	55	3058	3123,52	0,018	0,979

Se observa que a mayor valor del índice (Nº de especies/Área) en cada Zona de Manejo hay una mayor índice biodiversidad (IB), a su vez, a mayor valor del índice (Nº de plantas /Área en cada Zona de Manejo), hay una mayor intensidad de uso del suelo (IU).

En el Cuadro 7, se observa que existe un nivel de diversidad de especies cultivadas en una superficie de 3.123,52M² y con una intensidad de aprovechamiento del suelo de 0,979.

Al considerar la diversidad de plantas cultivadas en las diferentes zonas de manejo en el sistema de agricultura campesina de la Familia Lozada, encontramos una mayor presencia en la zona de manejo 1, seguidamente de la zona de manejo 2, como se puede observar en la siguiente reseña:

ZM1>ZM2>ZM6>ZM3>ZM4-ZM5. En cuanto a la intensidad de uso del suelo o máximo aprovechamiento del mismo se encontró la siguiente secuencia.

ZM4>ZM6>ZM5>ZM3>ZM2>ZM1.

Estos índices nos permiten establecer indicadores para evaluar la capacidad de sostenibilidad de un suelo altamente cultivado con diferentes especies y plantas.

En cuanto a las plantas medicinales, encontradas en el Sistema de agricultura campesina de la familia Lozada, esto representa un valor cultural, económico y social, porque las mismas son utilizadas para diferentes tipos de usos, desde el punto de vista medicinal y como repelentes de plagas. Las áreas cultivadas de plantas medicinales dentro de las zonas de manejo están establecidas cercanas a la vivienda.

Las plantas medicinales dentro de un huerto o un sistema productivo son una fuente natural para ciertos tratamientos medicinales del organismo. De acuerdo con lo anteriormente señalado, varios investigadores señalan que en aquellos contextos culturales, donde la población de escasos recursos económicos tienen dificultad para recibir atención médica y tener acceso a medicamentos, también se recurre a la medicina tradicional generando solución a problemas de salud (WHO, 1995, Abu-Irmaileh y Afifi, 2003; Tabuti et al., 2003; Katewua et al., 2004; Guarrera et al., 2005; Gupta et al., 2005; Estomba et al., 2003; citado por De Natale y Pollio, 2007).

Aún existen muchas etnias indígenas que curan sus enfermedades con las plantas medicinales que son un gran recurso natural local disponible en sus áreas de producción.

En relación a la diversidad de plantas y al conocimiento ancestral local, en la actualidad existe una necesidad urgente en dirigir esfuerzos para el rescate y conservación de la medicina tradicional así como, inventariar el uso tradicional de las plantas con valor terapéutico ya que está ocurriendo una pérdida rápida de este conocimiento, debido a la

utilización irracional de algunas especies y a la degradación de los ambientes naturales (Caniago y Siebert, 1998; Shackleton, 2001; Katewa et al., 2004 citado por Carrillo et al., 2007).

La continuación se muestra el mapa local de clasificación de los suelos elaborado por la familia Lozada, donde se puede apreciar que las seis (6) zonas de manejo delimitadas en el mapa corresponden a seis (6) tipos de suelo diferentes, asociados a sus características predominantes; se seleccionó un color para identificar los tipos de suelo en toda la parcela como se puede observar en la Figura 3.

IV.1.1.1.5. Clasificación Local de los Suelos del Sistema de Agricultura Campesina-Familia Lozada.



Figura 3. Mapa de Clasificación Local de los Suelos – Sistema de Agricultura Campesina 1 - Familia Lozada.

- | | |
|---|---|
|  | 1. Tierra oscura y roja con abono |
|  | 2. Tierra roja y cascajo |
|  | 3. Tierra de color rojo menos intenso |
|  | 4. Tierra negra |
|  | 5. Tierra negra más profunda es roja |
|  | 6. Tierra oscura y con piedras y roja con abono |

En el Mapa 3, se observan diferentes tipos de suelos, donde se visualiza una clasificación codificada por un color diferente de acuerdo al tipo de suelo.

A continuación se presenta la descripción hecha por la familia Lozada de cada tipo de suelo del sistema de agricultura campesina, en las diferentes zonas de manejo.

 : **Tierra oscura con piedra.**

Esta zona esta cultivada principalmente por diversos tipos de frutales. Presenta un nivel de pedregosidad muy alto.

 : **Tierra roja y cascajo.**

Los suelos son de color rojizo – amarillento, con un nivel de pedregosidad muy frágil que el productor le llama “Cascajo”. Cultivada en los actuales momentos con café de la especie *Canéfora*, es la zona que tiene más presencia de helechos (asociado a suelos muy ácidos).

 : **Tierra negra**

Cultivada principalmente con café criollo, bajo sombra de frutales, entre ellas mandarina, aguacate, zapote y cambur, entre otras.

 : **Tierra de color rojo menos intenso**

Esta zona de manejo esta cultivada principalmente con café, variedad *Canéfora*, asociada con cítricos y algunos aguacates.

 : **Tierra negra y más profunda, es roja.**

Está cultivada principalmente por musáceas (cambur), con este cultivo ellos perciben parte de los ingresos del sistema de producción. Han clasificado esta área con diferentes tipos de suelos asociados a la profundidad efectiva y al contenido de materia orgánica.

 : **Tierra oscura con abono y tierra roja con abono.**

Área más cercana a la casa, todos los residuos orgánicos generados en la cocina son utilizados para abonar los suelos. Esta zona de manejo está cultivada con hortalizas y plantas medicinales, entre ellas: Lechuga, perejil, ají dulce, manzanilla, orégano y otros.

La etnopedología ha sido una herramienta utilizada en zonas rurales en Centro América y otras parte del mundo, un trabajo similar lo realizaron Andrade et al., (1998) en el norte de Tamaulipas en México; ellos abordaron el interior de una comunidad para

identificar una clasificación empírica de suelos para la conservación de los recursos naturales en el área del Norte de Tamaulipas tomaron en cuenta la diversidad ecológica al interior de las comunidades, condiciones naturales, culturales y la totalidad de las prácticas campesinas; finalmente generaron un mapa ambiental donde se especificaron las áreas con vegetación secundaria, áreas reforestadas, escorrentía y tipos de suelo donde determinaron cinco (5) clases de suelos. AV (arena voladora), AN (arena negra), AT (arena tejonera) y NA o NCH (negra arenosa o negra chichosa) y B (Blanca), mientras que la clasificación de la FAO solo determina tres (3) clases: Vertisol, Chernozem y Xerosol.

Por otra parte Cajuste, (1991) señala que la clasificación hecha por los campesinos (as) es un sistema para la cartografía de suelos que puede sustituir a los levantamientos a nivel detallado, evaluando dicho recurso con semejante precisión, basada en el enfoque paisajista tomando en cuenta la experiencia del conocimiento del agricultor.

Finalmente desde una perspectiva más general, este sistema de agricultura campesina fue donde se encontró el mayor número de zonas de manejo o unidades de análisis, por consiguiente, es donde encontramos el mayor número de especies cultivadas en pequeñas superficies; la mujer juega un rol fundamental en esta diversificación y está representada por la Sra Maritza de Lozada. De igual manera se observa que en toda la unidad reportó 5 áreas donde hace referencia a "Tierra negra", y en las mismas hay una alta diversidad de especies especialmente la ZM6>ZM1>ZM3>ZM5.

De acuerdo a la metodología cualitativa utilizada, se constató que ésta permitió conocer con precisión la percepción que tiene la familia Lozada en el conocimiento local de su conuco, y a entender mejor la distribución espacial de los cultivos que ellos hacen, demostrando que ésta no es aleatoria, sino que tiene su base en un conocimiento ecológico tradicional de los campesinos, que pasa de boca en boca y que pocas veces ha sido valorado y registrado; de allí pues que se logró reconocer e identificar el inventario florístico y se generaron mapas de clasificación y uso de los suelos.

IV.1.1.1.6. Complementariedad de saberes.

La familia Lozada asoció los diferentes tipos de suelo de acuerdo a ciertas propiedades de los mismos, tales como: Color, humedad, pedregosidad, materia orgánica, pH y profundidad efectiva, características relevantes que formaron parte de los atributos de los suelos que fueron considerados en la descripción y de ciertas propiedades que les sirvieron para separar las diferentes zonas de manejo; estas características fueron también asociadas a los diferentes cultivos establecidos. Cabe destacar que en la zona de manejo 5 (ZM5) donde señalaron, por ejemplo, que “la **raíz busca pa’rriba**”, “**porque la tierra es negra**”, los mayores porcentajes de materia orgánica se encontraron en los primeros 40 cm de profundidad con 5.15% en los primeros 20cm y 6.93% en los 20-40 cm.

De igual manera se evidenció que la zona de manejo 2 era la que tenía más limitaciones de fertilidad; ellos manifestaron que eran los peores suelos, donde había mucho helecho, coincidiendo con que los valores más bajos de pH se obtuvieron en esa ZM, desde valores de 2,4 en algunos puntos de muestreo y con el menor porcentaje de materia orgánica de toda el área muestreada en la unidad de producción. Las metodologías participativas (Investigación cualitativa), a través de la cartografía participativa permitieron obtener mapas locales, donde cada familia a través del dibujo pudo identificar, las variables de diversidad de especies cultivadas y los tipos de suelos en los diferentes sistemas de agricultura campesina, como se observa en las Fotografías.

Se puede observar en la Fotografía 1, la forma de encontrar la información local con la participación de los productores y su familia.



Fotografía 1. La Sra Maritza de Lozada y su hijo Pedro Lozada elaborando los mapas



Fotografía 2. El hijo de la Sra. Maritza explicando el mapa de la parcela



Fotografía 3. Dibujo de la parcela la familia Lozada



Fotografía 4. Elaborando el mapa de la parcela de del Sr. Portillo.

Cada uno de los miembros de la familia participó realizando su mapa, identificando las plantas cultivadas en las diferentes áreas de su parcela e identificando el número de plantas por área. Esta percepción directa demostró el sentido de pertenencia y conocimiento que tienen las familias ya que ellos trabajan directamente sus parcelas.

Este conocimiento de planificar y ordenar la distribución de los cultivos, se debe principalmente a que ellos saben donde se adapta mejor un determinado cultivo, de acuerdo a la fertilidad de los suelos según su percepción. Esto ha sido reportado previamente por numerosos investigadores, denominándolo como Etnopedología, es decir, la clasificación de suelos hecha por los propios usuarios de la tierra basada en su conocimiento ancestral. Las diferentes Zonas de Manejo corresponderían a esta clasificación (Calderon, 1983;

Toledo, 2000; Allievi, 2000; Barrera et al., 2000; Lox, 2001; Chaves, 2005; Mairura et al., 2007). Las metodologías participativas utilizadas permitieron la generación de mapas locales de clasificación de suelos.

IV.1.1.2.1. Distribución Horizontal del Sistema de Agricultura Campesina- Sr. Jesús Portillo.

En el sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo se encontró un total de veintiocho (28) especies cultivadas, con un volumen de 1.058 plantas en las cinco (5) zonas de manejo generadas. Esta diversidad de especies está fundamentada en los principios de sostenibilidad de la familia, porque dichas familias viven de la producción local, y los excedentes son vendidos.

En el Mapa 4 se muestra la unidad de producción del Sr. Jesús Portillo, identificando la distribución horizontal del SAC, y donde se pueden apreciar los diferentes cultivos y el ordenamiento espacial de acuerdo a su conocimiento y experiencia como investigador nato de su propia unidad de producción.

De acuerdo a este conocimiento, se plantea la importancia de comprender la distribución de las especies cultivadas en su unidad de producción donde se observa en la Figura 4 la diversidad de especies y plantas cultivadas en toda la superficie del sistema de agricultura campesina del productor Jesús Portillo.

En la Figura 5 se observa el Mapa de las diferentes zonas de manejo, cultivadas con diferentes rubros agrícolas; se separaron 5 zonas de manejo o unidades de análisis, bien definidas de acuerdo al manejo y al uso de la tierra.



Figura 4. Mapa de distribución horizontal – Zonas de Manejo. Sistema de Agricultura Campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.

IV.1.1.2.2. Diferentes Zonas de Manejo del Sistema de producción 2- Sr. Jesús Portillo.

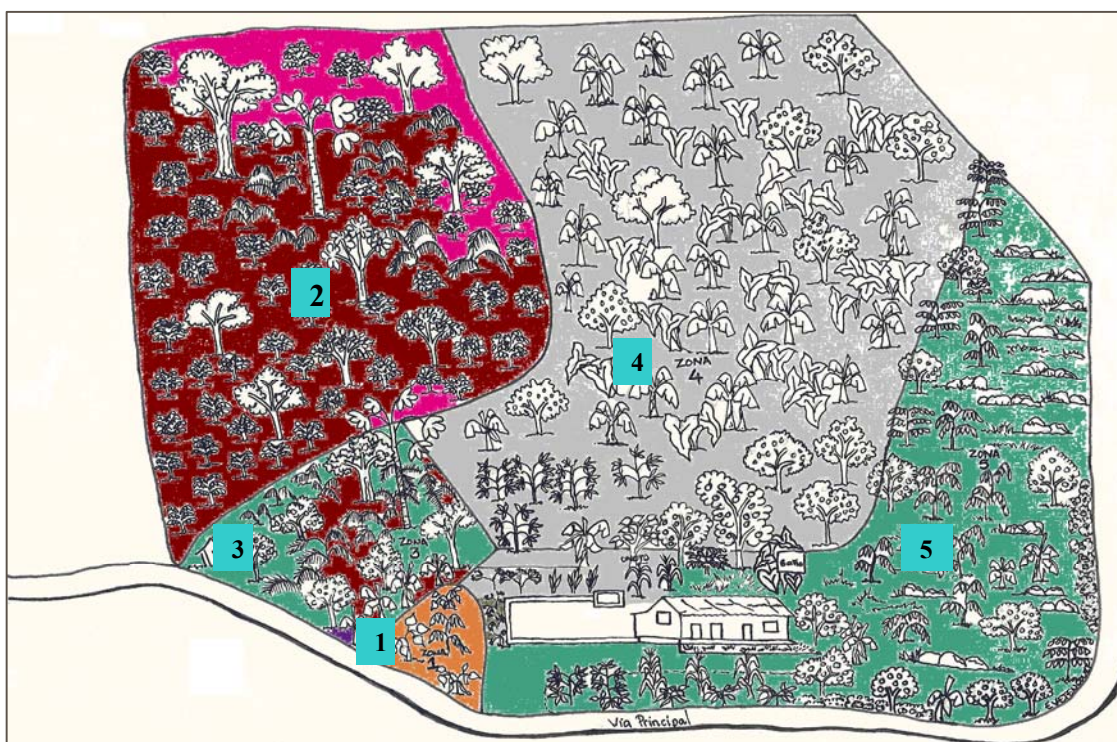


Figura 5. Mapa distribución horizontal con las diferentes zonas de manejo – Sistema de Agricultura Campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.

Leyenda

	ZM1. Leguminosas (Caraotas)
	ZM2. Café criollo con sombra de Teca y Guamo.
	ZM3. Forestal.
	ZM4. Musáceas (Cambur).
	ZM5. Leguminosas (Quinchonchos).

IV.1.1.2.3. Diversidad y número de especies cultivadas en las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 2-Sr. Jesús Portillo.

En los Cuadros 8, 9, 10, 11 y 12 se muestran los resultados sobre la cantidad de especies cultivadas, así como el número de plantas en las diferentes zonas de manejo del conuco del Sr. Jesús Portillo.

Cuadro 8. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 1 (ZM1), cultivada con leguminosas.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Caraota	<i>Phaseolus vulgaris.L</i>	<i>Leguminosae</i>	(200)
2	Quinchoncho	<i>Cajanun cajan (L).Millsp</i>	<i>Leguminosae</i>	(20)
Total de especies= 2			Total de Individuos= 220	

La ZM1 área de 266m², plana cercana a la vivienda que incluye el patio de secado, el cultivo establecido son las Caraotas y Quinchonchos estos rubros forman parte de las fuentes de proteínas de la dieta de la Familia Portillo.

Cuadro 9. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 2 (ZM2), cultivada con Cultivada principalmente con Café Criollo bajo sombra de Guamo y Teca.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Café	<i>Coffea arabica (L.)</i>	<i>Rubiaceae</i>	(100)
2	Guamo	<i>Inga acuminata (L)</i>	<i>Leguminosae- Fabaceae- M</i>	(5)
3	Teca	<i>Tectonis grandis (L)</i>	<i>Moraceae</i>	(8)
Total de especies= 3			Total de Individuos = 113.	

La Zona de manejo 2 tiene superficie de 831 m², aquí es donde se encuentra el mayor número de plantas de café criollo establecido, tiene sombra de Guamo y Teca. El Cultivo de café fue la principal fuente de ingresos de la unidad de producción.

Cuadro 10. Número de especies y cantidad de árboles/especie en la Zona de Manejo 3 (ZM3), Área Forestal.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Pardillo	<i>Cordia allidora (R&P) Oken.</i>	<i>Boraginaceae</i>	(10)
2	Guamo	<i>Inga acuminata</i>	<i>Leguminosae- Fabaceae- M</i>	(5)
3	Yagrumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	<i>Moraceae</i>	(8)
4	Taparo, Totumo	<i>Crescentia cujete L</i>	<i>Boraginaceae</i>	(2)
5	Coco de Palma	<i>Cocos nucíferas L</i>	<i>Aracaceae</i>	(1)
6	Onoto	<i>Bixa orellana L.</i>	<i>Bixaceae</i>	(2)
Total de especies= 6			Total de Individuos = 28	

La ZM3 área establecida principalmente con forestales donde predomina el Pardillo (*Cordia allidora*), y el Yagrumo (*Cecropia peltata L.*).

Cuadro 11. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 4 (ZM4), cultivada con Musáceas.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(50)
2	Aguacate	<i>Persea americana Miller</i>	<i>Lauraceae</i>	(4)
3	Guaje Queso- Ocumo	<i>Xantosomona sagittifolium (L) Schott</i>	<i>Araceae</i>	(1)
4	Guaje Ucarí	<i>Xantosomona sp.</i>	<i>Araceae</i>	(3)
5	Guaje	<i>Xantosomona sp.</i>	<i>Araceae</i>	(3)
6	Naranjas	<i>Citrus sinensis (L) Osback.</i>	<i>Rutaceae</i>	(10)
7	Lechosa	<i>Carica papaya L.</i>	<i>Caricaceae</i>	(2)
8	Guayaba	<i>Psidium guayaba L.</i>	<i>Myrtaceae</i>	(1)
Total de especies= 8			Total de Individuos= 73	

La ZM4 tiene un área de 507 m² cultivadas con una diversidad de especies (8) donde se encontró el mayor número de plantas de Cambur, seguidamente del cultivo de Naranjas criolla.

Cuadro 12. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 5 (ZM5), cultivada con Quinchoncho (Leguminosa).

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Quinchoncho	<i>Cajanun cajan (L).</i>	<i>Leguminosae</i>	(20)
Total de especies= 1			Total de Individuos= 20	

ZM5 área donde se encontró el mayor nivel de pedregosidad de toda la parcela, sin embargo está cultivada de una Leguminosa (Quinchoncho) muy utilizada por el productor para su dieta.

IV.1.1.2.4. Índice de biodiversidad (IB) e Intensidad de uso (IU) - Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo.

El nivel de diversidad, asociada a la superficie en cada zona de manejo, nos permitió generar un índice de biodiversidad y de intensidad de uso, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 13.

En cuanto a la diversidad de especies cultivadas, en cada zona de manejo, se realizó un inventario de especies, así mismo se encontró un alto nivel de diversidad de grupos de familias botánicas cultivadas en los Sistemas de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo.

A mayor valor IB hay mayor biodiversidad, se observa en el Cuadro 13 que la ZM2 fue donde se encontró el mayor (IB) seguido de la ZM5. En cuanto a la (IU) se observa que la ZM4 es la que tiene el mayor índice de (IU), seguido de la ZM2.

Cuadro 13. Índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso (IU)-Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo.

Zonas de Manejo	Nº de especies	Nº de plantas	Superficie (m ²)	IB Nº de especies/Área	IU Nº de plantas/Área
ZM1	2	220	266	0,007	0,119
ZM2	3	113	831	<u>0,024</u>	<u>0,357</u>
ZM3	6	28	594	0,010	0,047
ZM4	8	619	507	<u>0,015</u>	<u>1,220</u>
ZM5	9	78	1.189,8	0,007	0,065
ponderado	28	1.058	3.387,8	0,008	0,312

Por consiguiente al conocer el (IB) e (IU) del sistema de producción del Sr. Jesús y de la familia Lozada se encontró un total de 3058 plantas cultivadas, que representan un total de 55 especies en las diferentes zonas de manejo en el sistema de la familia Lozada y 1.058 plantas cultivadas con un total de 13 especies en el sistema de producción del Sr. Jesús Portillo, observándose un menor (IB) (0,008) con respecto al sistema de producción de la familia Lozada que se encontró un (IB) en (0,018).

Esto nos indica que el suelo productivo es más aprovechado, porque tiene una alta densidad de plantas cultivadas en la unidad de producción.

Al considerar la diversidad de plantas cultivadas en las diferentes zonas de manejo en el sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo, encontramos una mayor presencia de plantas cultivadas en la zona de manejo 2, seguidamente de la zona de manejo 4, como se puede observar en la siguiente reseña:

ZM2>ZM4>ZM3>ZM1>ZM5.

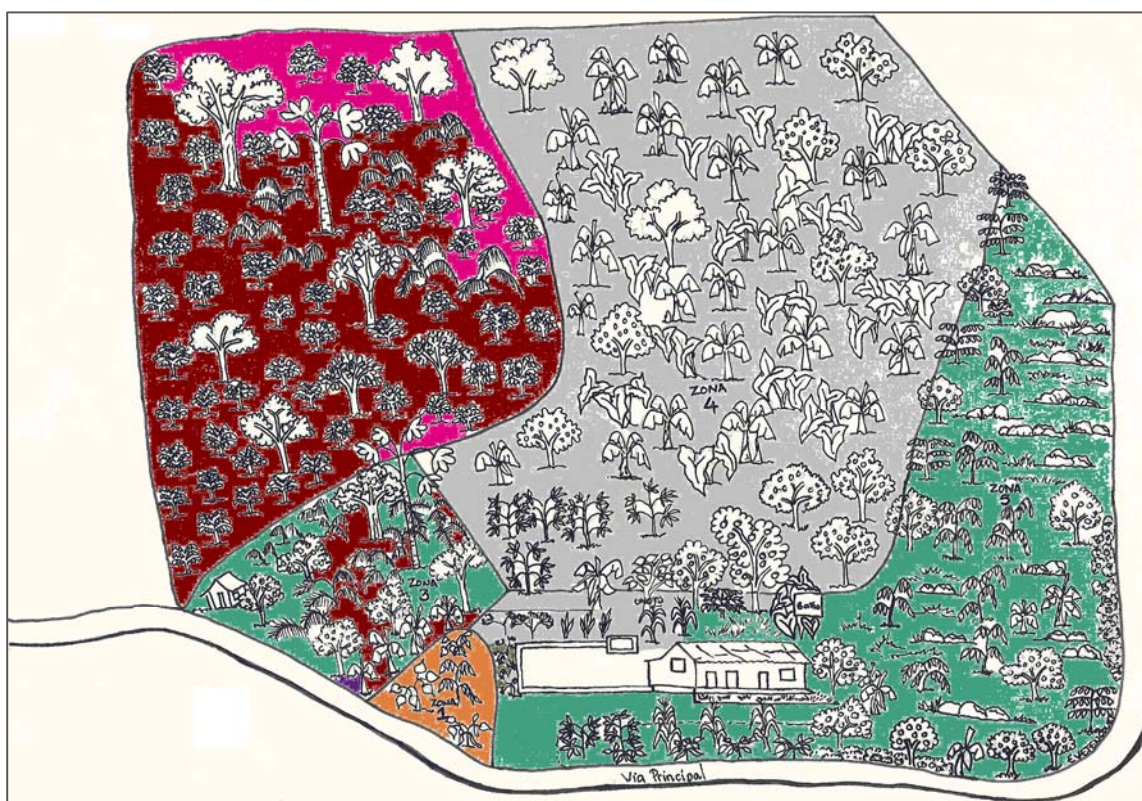
En cuanto a la intensidad de uso del suelo o máximo aprovechamiento del mismo se encontró la siguiente secuencia **ZM4>ZM2>ZM1>ZM5>ZM3**. Estos índices nos permiten establecer indicadores para evaluar la capacidad de sostenibilidad de un suelo altamente cultivado con diferentes especies y plantas.

De los tres sistemas bajo estudio solamente el de la Familia Lozada y el del productor Jesús Portillo fueron considerados para evaluar el índice de biodiversidad y la clasificación de zonas de manejo, porque el sistema de la Familia Santos (3), tiene el cultivo café a plena exposición es decir sin sombra en una superficie de 12 has con una población de 18.000 plantas de café aproximadamente, sin embargo este sistema de producción es característico del sector (Chapa) y de los dos sistemas anteriores (1) y (2).

Los sistemas de agricultura campesina evaluados en este trabajo, mostraron que existe un nivel de diversidad de especies cultivadas en las diferentes áreas o zonas de manejo de cada sistema y que cada zona cumple una función o uso específico en el sistema productivo de cada familia. Así mismo, se evidenció que existe un conocimiento empírico en el manejo agroecológico de los mismos. La intensidad de uso del suelo fue tres veces mayor (0,979) en el SAC de la familia Lozada que en el del Sr. Portillo (0,312) y en el del Sr. Santos.

IV.1.1.3.0. Clasificación Local de los suelos del Sistema de Agricultura Campesina 2 Sr. Jesús Portillo.

. En la Figura 6 se muestra el Mapa de la clasificación de los suelos de la parcela, del Sr. Jesús Portillo, donde se pueden apreciar los diferentes tipos de suelo de acuerdo a su percepción y la capacidad del saber local como investigador de su propia unidad de producción. Donde se codificaron con un color para identificar los diferentes tipos de suelo. En el Mapa se observan que se clasificaron cinco (5) tipos de suelo, con características diagnósticas muy particulares.



Clasificación Local de los Tipos de Suelo

Figura 6. Mapa Clasificación Local de los Suelos Sistema de Agricultura Campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.

- 5. Tierra Pedregosa
- 4. Tierra. Negra y piedras
- 3. T. Pedregosa y Negra
- 2. Tierra Negra y Roja
- 1. Tierra roja con piedras

Dentro de la perspectiva del conocimiento local que tienen los productores de su unidad de producción, se logró generar un mapa local de suelos, donde el Sr. Jesús Portillo con toda la facilidad y su alto nivel de experiencia expresó con sus propias palabras los diferentes tipos de suelos y sus limitantes de acuerdo a la calidad.

En cuanto a la clasificación generada por el productor, predomina desde el punto de vista de limitación el excesivo nivel de pedregosidad, sin embargo esta limitación está asociada al color de los suelos. De igual manera generó indicadores asociados a la fertilidad, como se observa en la Figura 6.

-  **Tierra roja con piedras** cultivada con leguminosas (caraotas y frijol).
-  **Tierra negra y roja** área cultivada con café bajo sombra de forestales Teca y Guamo.
-  **Tierra pedregosa y negra**, área establecida con forestales.
-  **Tierra negra con piedras**, área cultivada con café, allí manifestó que esta tierra es muy buena, ya que tiene lajitas.
-  **Tierra pedregosa**, zona con más limitaciones de toda la unidad, cultivada principalmente con Quinchonchos.

Resulta claro comprender la capacidad de análisis descriptivo que tiene el productor para diferenciar los niveles de fertilidad de los suelos. Parece ser que un cierto nivel de pedregosidad del suelo lo considera bueno cuando señala que donde hay “Lajitas” la tierra es buena (ZM4), mientras que si la pedregosidad es excesiva, lo considera malo (ZM5).

Un trabajo similar realizado por Calderon, (1983) en Chinamperas del Valle de México, evaluando los atributos de los suelos, utilizó una metodología similar para la recolección de datos donde una de las metodologías participativas fueron las “Entrevistas Abiertas” a los campesinos de la zona para obtener la información sobre suelos, así como las labores agrícolas. Ellos encontraron en su investigación clasificaciones de tierras en dos áreas bien definidas, entre ellas, en Maquixus los campesinos clasificaron 8 ocho clase de tierras y en Mixquic nueve (9) clases, hizo un muestreo de cada clase, considerando los atributos que los campesinos indicaron como relevantes para cada clase de tierra, entre ellos: color, textura, humedad, densidad aparente, pH, materia orgánica, cationes básicos, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y nitrógeno total. Ellos finalmente concluyen que los campesinos de Maquixco mantienen una

clasificación edafológica más detallada que los campesinos de Mixquic, al comparar ambas áreas se presentaron diferencias significativas.

En el mismo marco Mairura et al., (2007) evaluaron indicadores para distinguir productividad y no productividad de los campos, tomando en cuenta: los rendimientos del cultivo, el color del suelo, la textura y el área que está cultivada, a diferencia de este trabajo que los indicadores fueron generados por los propios productores, a través de la metodología participativa con las entrevistas semiestructuradas.

Por otra parte Barrios, y Trejo (2003) señalan que existe una creciente atención al conocimiento local del suelo en los últimos años, y esto forma parte del resultado de un mayor reconocimiento al saber de las personas que han estado interactuando con sus sistemas de producción y estos conocimientos empíricos pueden ofrecer muchas ideas sobre la gestión sostenible de los suelos tropicales.

IV.1.1.3.1.1 Distribución Horizontal del sistema de Agricultura Campesina Familia Santos.

Este sistema de producción se caracteriza por tener cultivado solamente café sin sombra, ubicado a una altura de 1.275 m.s.n.m, cuyas coordenadas geográficas son: 339791E 1037781N. El cultivo de café es un rubro que fue el principal cultivo establecido en la zona, existen cafetales bajo sombra y a plena exposición solar.

Como se observa en la Figura 7, este es un sistema basado en la producción de café como monocultivo, con un componente animal; cabe señalar que este sistema fue el único que poseía el componente animal (ganado vacuno y porcino). La producción de leche (12 vacas), es el alimento que percibe la familia diariamente, elaboran quesos y mantequillas y forma parte de los ingresos que percibe la familia Santos. De allí la importancia de considerar esta unidad de producción porque su producción principal es el cultivo de café, rubro presente en los dos sistemas de de producción diversificados, de igual manera el café es un cultivo tradicional.

La superficie establecida con Café Criollo es de 12 has, con muy escasa sombra, como se observa en la Figura 7 el procesamiento del café lo realiza en la unidad de producción, es el sistema de producción más cercano a la Línea Base.

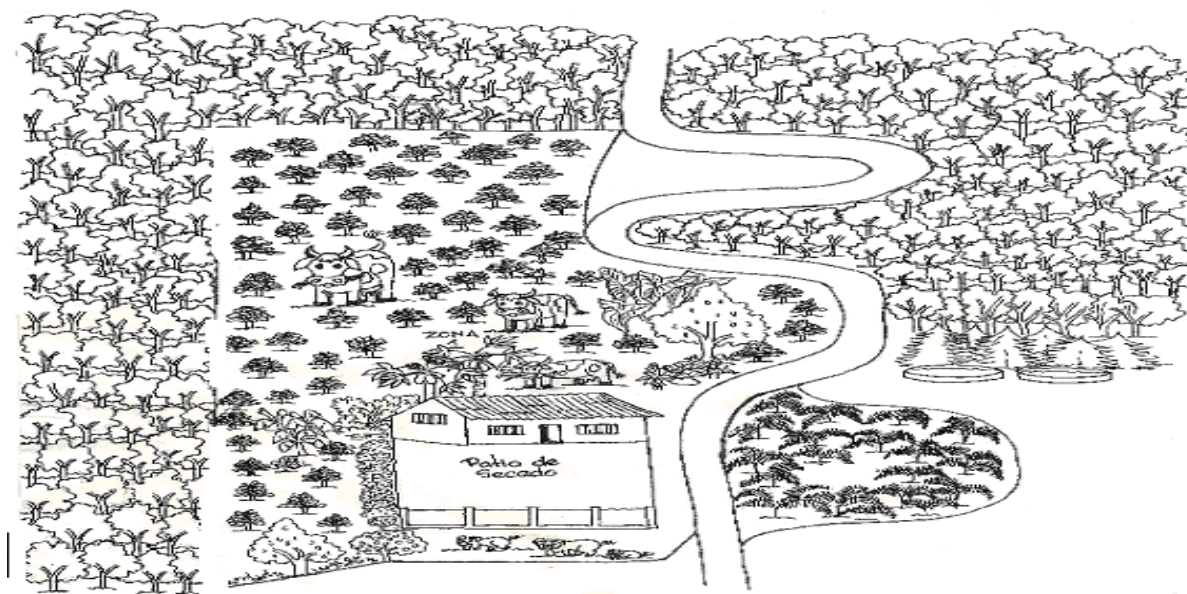


Figura 7. Mapa de distribución horizontal del sistema de Agricultura Campesina – Familia 3. Familia Santos- Zona de Manejo 1.

En lo que respecta al tiempo de establecimiento de la familia Santos en la Unidad de Producción tiene más de 15 años en la parcela; en tal sentido la familia es medianera, es decir no son los dueños de la parcela, de allí la poca diversidad de especies cultivadas en el sistema. Sin embargo se hizo el muestreo respectivo; se trazaron tres puntos de muestreo a diferentes profundidades de (0 – 20 cm) y (20 – 40 cm), donde se evaluaron todos los parámetros físicos, químicos y biológicos.

En efecto al realizar la entrevista abierta y se establece el diálogo relacionado a ciertas cualidades de suelo de la Unidad de producción, la respuesta fue asociada principalmente a la unidad de producción de la familia paternal, es decir hacía una mayor correlación de los suelos de la parcela donde ella había vivido casi toda su vida.

IV.1.1.3.2. Entrevistas abiertas basadas en la metodología cualitativa e interpretativa.

Las metodologías participativas son una herramientas o instrumento apto para estimular el dialogo e intercambio (Stoian, D 2005, y Geilfus, F 2000). La entrevista abierta semi-estructurada, utilizada para la recolección de la información en cada sistema de producción se estableció con preguntas claves predefinidas en un tiempo no mayor de una hora, generando una actitud de confianza explicando porque estamos allí; en ningún momento el entrevistador puede ayudar a una respuesta. Estas entrevistas abiertas fueron acompañadas por otras herramientas participativas como lo es el mapeo y la observación directa de campo.

A continuación se muestran las preguntas y sus respectivas respuestas de las entrevistas realizadas a los diferentes agricultores actores principales de este trabajo.

A. Familia Lozada: Sr. Pedro Lozada.

P: ¿Sr. Pedro que opina Ud. de la zona donde vive?

■ R: Cuando uno empezó a sembrar café parecía que había más “vitamina en la tierra”, porque ahora es muy “lígale la mata”. ¡Antes uno metía la mata y prosperaba de una vez, ahorita la tierra está muy flaca!

■ Antes en esas fincas había siembra de muchas cosas: Maíz, Caraota, Yuca y mucho Café; ahora lo puro plantado es mandarino ¡entonces con el tiempo iremos a “cucharear” será mandarino! ¡La gente le pareció más fácil para agarrar más cobres!

P: ¿Y como es su parcela Sr. Pedro y como son los suelos aquí?

- R: ¡Todo lo que uno siembra aquí se da, tampoco se puede buscar la manera de sembrar muy hondo, porque la vitamina de la tierra está arriba!
- ¡La raíz busca p’ arriba buscando la vitamina, sembrar hondo no vale la pena! La raíz p’abajo no tiene donde mantenerse.

- El suelo que es de color rojo, ¡allá tenía plantado yuca!, luego sembré café Caturra y no se dió ¡tres veces sembré! y no se dió, sembré café Obregón y se dió sin abonar, este es un café de tierras flacas!
- Aquí también hay mucho cascajo cuando uno profundiza y mucha piedra delgada.

Entrevistas Semiestructuradas - Específicas de contraste
(Sr. Jesús Portillo).

B: Sr. Jesús Portillo,

P: ¿Sr. Jesús, donde tiene los mejores suelos en su parcela?

- R: Donde hay lajitas, eso es una maravilla para el café, allá donde tengo el café. ¡Pero hombre! Uno no hace el experimento!
Hay otra tierra, de esta misma, que es toda ¡tierra colorada!. No muy buena para el cultivo porque es ¡colorada!

C: (Sra. Maribel Santos Portillo).

P: ¿Donde tienen sembrados ustedes sus cultivos? ¿Observan diferencias en los suelos? ¿Como son los suelos aquí?

- R: Hay cosechas que se dan más mejor, y hay en parte que no ¡será que de tanto trabajarlas ya están cansadas!
¡Aquí yo observo que la tierrita “esa” es más pobre donde sembramos yuca!
Aquí todo lo más es jelecho que se da !
Yo digo, que será por el jelecho que la tierra está más pobre, más seca, no se produce mejor, también está donde no se producen bien las plantas.

IV.1.1.3.3. Interpretación y análisis de datos – metodología cualitativa.

Según la información aportada por los productores en cuanto a la variable suelo, se observa que los productores manifiestan criterios de clasificación de suelos de acuerdo a la fertilidad, así como a ciertas cualidades físicas de los mismos; de tal forma que logran diferenciar los tipos de suelos por ciertas propiedades. Uno de los aspectos relevantes es que ellos le dan mucha importancia al tipo de suelo para la selección del cultivo a establecer en su parcela y zona de manejo. Entre los indicadores locales

comunes en estos sistemas de agricultura campesina, para caracterizar la fertilidad de los suelos, destaca el término “tierra flaca”, asociado a la poca o baja fertilidad, de igual manera la presencia de plantas no cultivadas como el helecho (***Helecho peinne***) y el café de hoja ancha como cultivo adaptable a suelos de baja fertilidad.

Muchos indicadores locales son especialmente útiles por los agricultores para dar seguimiento y clasificación de la calidad de los suelos y del ambiente de una parcela. Como se puede observar en la correspondencia de indicadores locales de propiedades diagnósticas, en nuestro trabajo de investigación se encontró que existe una categorización asociada a la fertilidad de los suelos asociada a la fertilidad de los suelos, donde se señala características diagnósticas que logran codificar y diferenciar tipos de suelo de acuerdo a la fertilidad, y que existen plantas no cultivadas y cultivo como el café de hoja ancha que se adapta a suelos de baja fertilidad o suelos flacos término utilizado por los agricultores.

IV.1.1.3.4. Correspondencia de indicadores locales con propiedades diagnósticas

INDICADOR

LOCAL	TÉCNICO
■ Suelo de Color Rojo. ■ Tierra flaca ■ La Vitamina de la tierra está arriba. ■ Cascajo – Laja-Lajitas – Mucha Piedra. ■ Helecho – Café Obregón ■ No sembrar hondo. La raíz p’abajo no tiene donde mantenerse. ■ Café Obregón se dió sin abonar, este es un café de tierras flacas!	■ Color, baja fertilidad. ■ Baja Fertilidad. ■ Contenido de nutrientes en la capa superficial del suelo. ■ Pedregosidad, buena fertilidad física y química. ■ Tipo de vegetación; planta indicadora de baja fertilidad de suelo (helecho) ■ Suelo con baja fertilidad subsuperficial, profundidad efectiva. ■ Selección de cultivos adaptados a las condiciones del suelo.

Se observa que existe una correspondencia entre los indicadores locales al asociarse a ciertas propiedades diagnósticas de los suelos. Los productores tienen un conocimiento asociado al saber técnico, de allí la importancia de buscar la complementariedad de los saberes y de lograr el rescate de ese conocimiento empírico que es de gran importancia para comprender mejor el sistema, porque son los productores que por su permanencia en su unidad de producción por muchos años conocen ciertas fortalezas y debilidades del sistema productivo, expresándolo con sus propias palabras. El proceso participativo demuestra que tiene un potencial considerable para facilitar el consenso con los agricultores y agricultoras (Barrios y Trejo 2003).

Un estudio similar lo realizaron Maurura et al., (2007) en Kenia donde investigaban los indicadores locales de calidad de suelo de acuerdo a la percepción de los agricultores encontraron que los mismos fueron consistentes con los indicadores técnicos, en la zona de Chuka y sus divisiones también en Gachoka, de igual manera muchos indicadores utilizados por los agricultores asociando a ciertos criterios tales como: el color del suelo, la textura, la abundancia de malas hierbas, rendimiento del cultivo ha permitido a los agricultores en las diferentes áreas de estudio en distinguir en diferentes campos diferenciar los suelos de “alta” y “baja” fertilidad.

En lo que respecta a las plantas cultivadas y no cultivadas llamadas “malas hierbas” también son utilizadas por los agricultores y agricultoras como indicadoras de calidad de suelo. Dentro de este marco Pérez y Read, (2004), señalan que una de las relaciones más importantes entre plantas especialmente los árboles y microorganismos es la micorriza, el principal beneficio para ambos simbiontes micorrízicos es el intercambio de nutrientes como fósforo y nitrógeno a través de las hifas asociadas

Un estudio etnobotánico fue realizado en por Carrillo y Moreno (2007), cuyo propósito fue rescatar el conocimiento acerca de la importancia relativa de especies de uso medicinal en la atención primaria de la salud, evaluaron cuantitativamente la utilización de plantas en tres caseríos de la parroquia Santa Ana del municipio Pampán, estado Trujillo, llevaron a cabo un diagnóstico epidemiológico local y la información

etnofarmacológica obtenida fue registrada mediante la encuesta TRAMIL; la información etnobotánica obtenida revela que los usos terapéuticos suministrados por las personas con respecto a seis especies medicinales, es relativamente sencilla, dando preferencia a especies cultivadas; observándose que para la preparación de los tratamientos tradicionales, se utilizan las partes aéreas de las plantas, las cuales son sometidas a cocción para ser administradas por vía oral. El rescate del conocimiento local debe considerarse en todas las ramas de las ciencias.

IV.1.1.4.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos-sistema de agricultura campesina – familia Lozada.

IV.1.1.4.2. Variables Físicas:

Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo:

La distribución del tamaño de partículas es una de las propiedades físicas más importantes de los suelos, ya que junto a la estructura determina el comportamiento físico e hidrológico del suelo. Se puede observar en el Cuadro 14, que el contenido de arcilla, en las diferentes zonas de manejo, se encuentra entre 12,87 y 23,73% en la profundidad de 0-20 cm. También se observa que las clases texturales del suelo, en ambas capas (Cuadros 14 y 15) son similares (F) en todas las zonas de manejo, lo cual refleja que los cambios observados en otras propiedades son posiblemente debidos al uso y manejo y no a grandes diferencias texturales. (Murage et al., 2000). Sin embargo, hay que destacar que en este tipo de suelo, diferencias en contenido de arcillas cercanas al 10 %, pueden ser muy importantes en la disponibilidad de agua y nutrientes para los cultivos.

Cuadro 14. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo, zona de manejo (ZM1). Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada de 0- 20 cms.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Clase textural
	<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
1	12,87	38,75	48,38	19,19	5,39	5,04	9,95	8,80	F
2	14,97	40,17	44,86	4,87	4,53	3,70	11,03	20,73	F
3	14,72	48,10	37,18	20,14	4,46	2,58	5,26	4,74	F-FL
4	23,73	38,93	37,34	5,87	5,09	3,75	9,72	12,91	F
5	17,61	35,12	47,28	37,90	5,67	0,75	0,96	2,00	F
6	16,88	49,43	33,69	13,36	7,23	4,71	5,50	2,90	F

Cuadro 15. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistemas de Agricultura Campesina. Familia Lozada de 20 - 40cms.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Clase textural
	<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
1	12,73	39,87	47,40	17,24	5,39	5,04	9,95	9,78	F
2	15,00	40,11	44,89	4,76	4,50	3,60	11,00	21,03	F
3	8,11	42,49	49,40	29,50	6,54	5,54	6,28	1,55	Fa - F
4	17,41	34,72	47,87	19,64	7,32	4,16	9,25	7,50	F
5	15,03	40,17	44,80	16,40	8,55	5,95	7,15	6,75	F
6	16,88	49,43	33,69	13,36	7,23	4,71	5,50	2,90	F

Densidad aparente (Mg.m^3): Los valores de densidad aparente (Da) reportados en los primeros 20cm de las diferentes zonas de manejo varían entre 0,85 y 1,40 Mg.m^3 ; encontrándose el menor valor de Da en la ZM5 en los primeros 20 cm. Tal como se visualiza en el Cuadro 16 la variación fue de 0,97 a 1,44 Mg.m^{-3} , observándose el máximo valor de Da en la ZM2; de igual manera, en esta zona se reportó el porcentaje más bajo de porosidad total (48,63 %) y de contenido de materia orgánica.

Cuadro 16. Propiedades físicas de los suelos en las diferentes zonas de manejo del Sistema de Agricultura Campesina 1– Familia Lozada de 0 - 20 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	PT (%)	P>15 μ m (%)	AE>0,25 mm (%)	Ks, (cm.h ⁻¹)
2	1,40	55,42	18,49	65,66	5,77
3	1,05	58,17	18,20	57,66	23,95
4	1,17	48,58	17,76	53,33	9,12
5	0,85	62,38	19,21	57,00	21,61
6	1,06	46,69	17,21	51,00	6,89

La ZM1, no se pudo muestrear para evaluar estas propiedades físicas del suelo debido al alto nivel de pedregosidad.

Cuadro 17. Propiedades Físicas encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 20 - 40 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	PT (%)	P>15 μ m (%)	AE>0,25 mm (%)	Ks (cm.h ⁻¹)
2	1,44	50,51	18,02	45,00	2,28
3	1,33	47,47	16,17	56,00	6,30
4	0,99	65,67	23,87	55,66	8,91
5	0,97	75,85	27,60	56,33	5,75
6	1,13	64,60	19,39	54,66	9,81

Según la prueba de medias de rangos múltiples de Duncan se encontraron diferencias altamente significativas en la densidad aparente entre las zonas de manejo y a nivel de las profundidades como se puede observar en los Cuadros 18 y 19. Además se encontró los mayores porcentajes de porosidad en la ZM5, área cultivada con Musaceas.

Cuadro 18. Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo. Densidad Aparente. (Mg.m³).

Duncan (Grupos)	Medias	Zonas
A	1.42167a	2
B	1.16000 b	3
B	1.11700 b	6
B	1.08000 b	4
C	0,92286 c	5

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 19. Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad con la variable Densidad Aparente.

Grupo de Duncan	Media	N	Prof (cms)
A	1.17a	15	20 – 40
B	1.08b	21	0 - 20

p<.0005. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas

La misma tendencia de la densidad aparente se observa a otro nivel de profundidad de 20 - 40 cm, encontrándose dos grupos bien definidos según la prueba de Duncan, con diferencias altamente significativas (p<.0001).

En el Gráfico1, se observa el comportamiento de la densidad aparente según la profundidad. En la zona de manejo 4 la densidad aparente disminuyó a mayor profundidad, comportamiento completamente contrario al resto de las zonas de manejo.

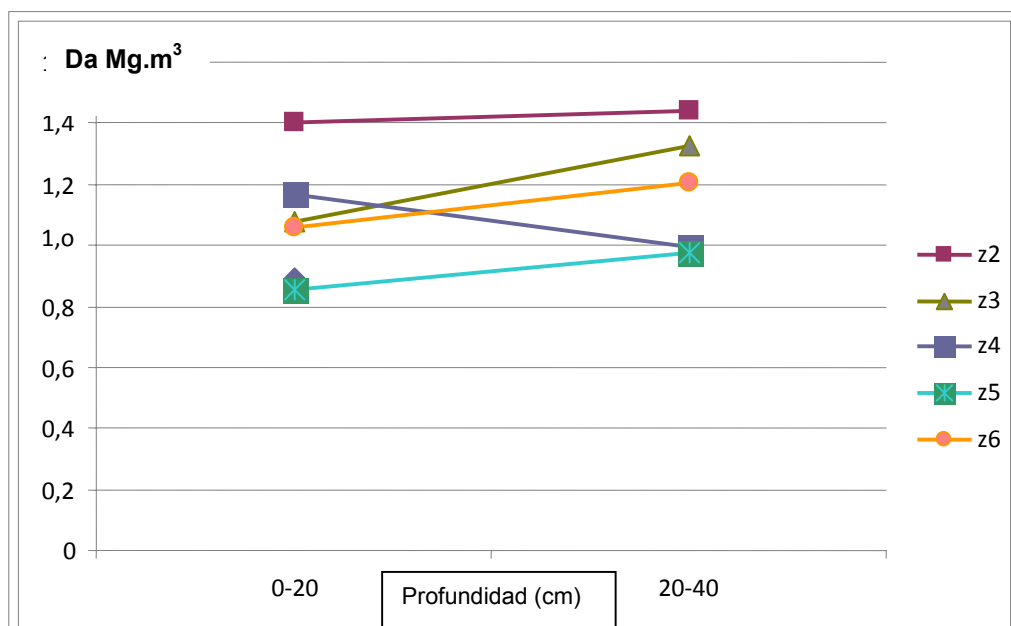


Gráfico 2. Interacción de la Densidad Aparente (Mg.m³) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.

Porosidad Total %: Se encontraron porcentajes comprendidos entre 58,98 y 70,70% como se observa en los Cuadros 20 y 21, valores adecuados para un buen desarrollo radicular. Estadísticamente se observan diferencias significativas ($p < 0,05$), en cuanto a las diferentes profundidades. En el Gráfico 3, se puede observar el comportamiento de la porosidad en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Los poros son de diferentes tamaños, formas y continuidad. Estas características influyen sobre la infiltración, almacenamiento y drenaje del agua, el movimiento y distribución de gases, y la facilidad con la cual las raíces pueden explorar el suelo.

Grupos (Duncan)	Media (PT, %)	98	N	ZONA
-----------------	------------------	----	---	------

Cuadro Grupos de según la Duncan en diferentes manejo de en la porosidad

A	70,701	7	5
B	58,127	3	3
B	57,122	6	4
B	53,091	6	6
B	52,985	6	2

20. medias prueba de las zonas de acuerdo variable total (PT).

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 21. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad en la variable porosidad total (PT).

Grupos	Media (PT, %)	N	Profundidad
A	60,818	15	20 – 40
B	54,714	21	0 - 20

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

En los Cuadros 20 y 21 se observa en las diferentes zonas de manejo los altos porcentajes de porosidad, sin embargo se observa un mayor porcentaje en la ZM5 con un 70,70 %. Valores considerados muy altos, según la clasificación de indicadores de calidad de suelo de Florentino (1998).

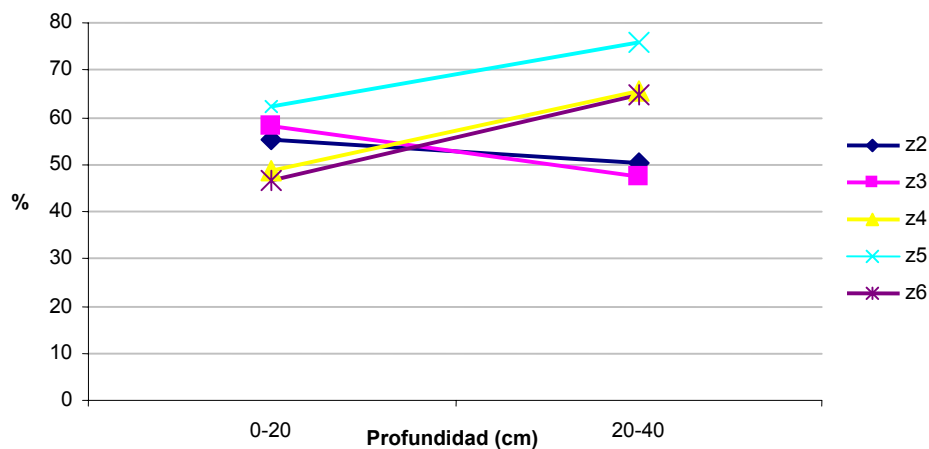


Grafico 3. Porosidad total (%) en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada

Macroporos $P > 15 \mu m$ (%): Se encontraron porcentajes comprendidos entre 27,27 y 12,33% (valores superiores a 10 % son considerados altos). La tasa de movimiento del agua y de aire a través del suelo es determinada, en gran medida, por el tamaño de los poros. Los macroporos facilitan una rápida percolación del agua y el movimiento del aire. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en las diferentes zonas de manejo y ni a diferentes profundidades.

Estabilidad de los Agregados: Se encontraron altos valores de macroagregados estables al agua ($> 0,250 mm$), oscilando entre 51,00 a 65,66 %, valores adecuados considerados indicadores de buena fertilidad. Cabria et al., (2002) señalan que la dinámica de la descomposición de la materia orgánica del suelo influye en la formación y estabilidad de los distintos tamaños de agregados, destacando que la estabilidad de los macroagregados podría ser transitoria ya que el mantenimiento del nivel de agregación depende del modo y la frecuencia con que la materia orgánica particulada llega al suelo y hacen referencia a que la macroagregación es controlada por el manejo; de igual forma señalan que la dinámica de la descomposición de la materia orgánica es el elemento principal que fundamenta el nivel de perdurabilidad de los agregados, formación y estabilidad (Oades 1984).

Un trabajo similar lo realizaron Mairura et al., (2007) donde se integró el conocimiento local de plantas indicadoras asociadas a la fertilidad de los suelos, en dos localidades de Kenia; encontraron diferencias al evaluar el porcentaje de agregados estables al agua donde reportaron 44% de macroagregados ($> 212 \mu\text{m}$) en los suelos de baja fertilidad y 47% donde los suelos indicaron que eran de mejor fertilidad.

Conductividad Hidráulica saturada (Ks): Se reportan valores en el flujo o movimiento de agua dentro del perfil muy altos (entre 23,95 y 5,77 cm.h^{-1}) en los primeros 20cm; esto se debe a los altos contenidos de materia orgánica encontrados y al volumen de fragmentos gruesos, siendo, en general, la velocidad de flujo de alta a muy alta (superiores a 2 cm.h^{-1} , según Florentino, 1998). Aunque a partir de los 20 cm los valores de Ks son menores (2,28 a 9,81 cm.h^{-1}), estos sin embargo siguen siendo muy altos. Se encontraron diferencias significativas $p \leq 0,05$ de conductividad hidráulica (Ks), en las diferentes zonas de manejo y en la interacción con la profundidad. De igual manera, se encontraron diferencias de acuerdo a la profundidad, generándose dos grupos bien diferenciados, como se puede observar en el Cuadro 23.

Cuadro 22. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Conductividad Hidráulica.

Grupos (Duncan)	Media (Ks, cm.h^{-1})	N	ZONA
A	14.177a	9	3
A	13.281a	7	5
B A	9.015ba	6	4
B A	7.840ba	6	6
B A	4.023ba	6	2

$p < .0005$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Cuadro 23. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad en la variable conductividad hidráulica

Grupos	Media (Ks cm.h ⁻¹)	N	Profundidad
A	11.73a	21	0-20
B	6.61b	15	20-40

p<.0005. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

IV.1.1.4.3. Variables Químicas:

pH: Se encontraron rangos de pH entre 3,2 y 3,7 en las diferentes zonas de manejo, considerados éstos como suelos extremadamente ácidos. Es necesario recordar que estos sistemas se encuentran en zonas que tienen una pendiente con más del 20%, sin embargo, son áreas que están completamente cultivadas y son productivas. Al realizar las pruebas de medias según Duncan, no se encontraron diferencias significativas en las diferentes zonas de manejo, y diferentes profundidades como se observa en los Cuadros 24 y 25.

Algunos autores señalan que el pH está asociado a los altos contenidos de materia orgánica y su dinámica, cuya descomposición contribuye a la liberación de ácidos orgánicos que acidifican la solución del suelo (Mairura et al., 2007).

Cuadro 24. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo al pH.

Grupos (Duncan)	Media (pH)	N	ZONA
A	4,11	7	5
B A	3,74	3	1
B A	3,60	5	6
B	3,51	9	3
B	3,49	6	4
B	3,37	6	2

p>0,005. No hay diferencias significativas.

Cuadro 25. Grupos de medias según la prueba de Duncan del pH en las diferentes profundidades.

Grupo (Duncan)	Media (Duncan) (pH)	N	Profundidad
A	3.75a	15	20 – 40
A	3.56a	21	0 - 20

p>0,005. No hay diferencias significativas.

El mayor valor de pH se encontró en la zona de manejo 5, área cultivada con Musaceas, seguidamente de establecida con frutales, y consideramos que unos de efectos más pronunciados es que estos sistemas de producción están establecidos en una zona rural con más del 30% de pendiente.

El alto nivel de acidez que presentan estos suelos está directamente asociado a una deficiencia de nutrientes bajo los criterios convencionales de evaluación de la fertilidad de los suelos, como el Calcio (Ca^{+2}) lo cual limita el desarrollo radicular de las plantas y agrava con el tiempo la capacidad del suelo para suplir nutrientes a las mismas (Barrios y Trejo, 2003).

Materia Orgánica (MO%): La MO está compuesta por fracciones de diferente complejidad. Las más lábiles, responsables de suministrar nutrientes a las plantas, son más sensibles a los cambios producidos por las prácticas de manejo del suelo y del cultivo (Dalurzo et al., 2005).

Se encontraron altos contenidos de materia orgánica (5,89 - 8,49 %) en el suelo, sin embargo los porcentajes más bajos de materia orgánica (1,6 – 2,9%) fueron encontrados en la ZM2; así mismo se observa que hay un menor contenido de materia orgánica a partir de los 20 cm de profundidad, como se muestra en el Gráfico 4.

En la ZM2 la familia tiene actualmente cultivado café Canéfora, esta especie se ha adaptado a estas condiciones, es aquí donde el productor le llamó “tierra flaca”, indicando que era la zona de manejo con más baja fertilidad de toda la unidad de producción.

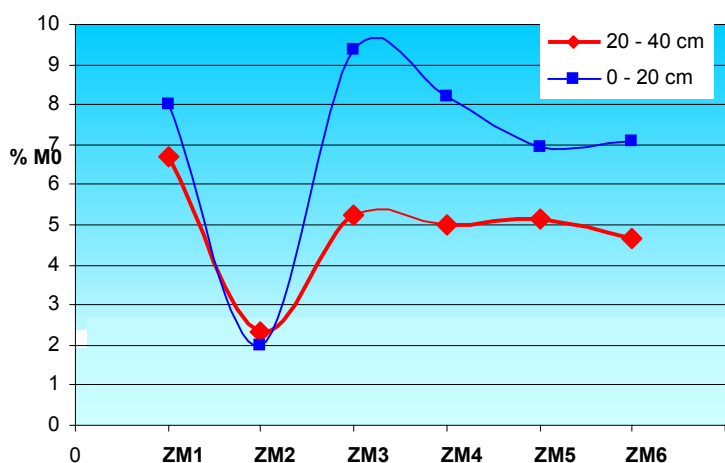


Gráfico 4. Porcentaje de Materia Orgánica en las diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.

Como se observa en el Gráfico 4 en la ZM3 que esta cultivada con café y naranjas es la zona con el nivel 3 de la mayor biodiversidad de acuerdo al IB, se observa los mayores porcentajes de materia orgánica en las diferentes profundidades.

Nourbakhsh (2008) señala que las prácticas de manejo del suelo influyen en los niveles y calidad de la materia orgánica; en estudios realizados en áreas deforestadas y forestadas encontraron un decrecimiento significativo del carbono orgánico en el suelo, reportándose $34,2 \text{ g.kg}^{-1}$ en las áreas forestadas y $12,5 \text{ g.kg}^{-1}$ en las áreas deforestadas.

Por otra parte un estudio realizado en Kenia, donde evaluaron indicadores locales de calidad de suelo, coincidieron con los reportes de la evaluación del carbono orgánico (CO), donde encontraron 36 mg.kg^{-1} en suelos clasificados como fértiles y en los suelos de baja fertilidad (Chuka) donde el carbono orgánico era $24,3 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Así mismo estudios realizados por Cabaneiro et al., (2008), donde evaluaron los efectos de la agricultura de barbecho en la materia orgánica del suelo (MOS) y la dinámica de las emisiones de CO₂ evaluados en el ecosistema de páramo andino tropical, concluyen que la agricultura de barbecho produce cambios moderados en la calidad de la MOS y temporalmente altera la capacidad de emisión de CO₂ de estos suelos.

Estadísticamente, existen diferencias en los porcentajes de la materia orgánica como puede observarse en los Cuadros 26 y 27 correspondiente a las diferentes zonas de manejo de la unidad de producción; de igual manera se encontraron diferencias en cuanto al contenido de materia orgánica a diferentes profundidades presentándose un grupo A con el mayor porcentaje 8,0 % en la ZM1, área cultivada con árboles frutales, un valor medio con un 6,54% en la ZM4 y un menor porcentaje con 4,38 % en la ZM2.

Cuadro 26. Grupos de medias de los contenidos de materia orgánica según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo: 0 - 20cm.

Grupos (Duncan)	Media (MO, %)	N	ZONA
A	8.006	3	1
B A	7.337	9	3
B A C	6.540	6	4
B C	6.192	5	6
D C	5.662	7	5
D	2.980	6	2

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 27. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable MO.

Grupo (Duncan)	Media (%, MO)	N	ZONA
A	7,60a	21	0 - 20
B	4,44b	15	20 - 40

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Álvarez et al. (1995) y Hunt et al. (1996) citado por Torres et al., (2006) encontraron incrementos de los contenidos de materia orgánica en condiciones de no labranza combinada con el uso de abonos orgánicos en comparación con los sistemas convencionales en un rango amplio de tipos de suelo.

Nitrógeno Total (%): En cuanto a los contenidos de nitrógeno total se encontraron porcentajes entre 0,255 y 0,392%, considerados valores de medios a alto, sin embargo se observa que en las ZM1 y ZM2, los contenidos de nitrógeno fueron los más bajos (entre 0,17 % y 0,19 %).

En el Gráfico 5, se pueden observar los contenidos de nitrógeno por zonas de manejo, encontrándose diferencias significativas entre las zonas, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas del nitrógeno relacionado a la profundidad. No hubo interacción significativa desde el punto de vista estadístico entre las zonas de manejo y la profundidad (Cuadro 28 y 29).

Un trabajo similar donde evaluaron algunos indicadores biológicos en áreas forestadas y deforestadas lo llevó a cabo Nourbakhsh (2008) quien encontró 61,7 mgN kg⁻¹ en las áreas forestadas y 26,8 mgN Kg⁻¹ en áreas deforestadas.

Cuadro 28. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Nitrógeno Total (NT).

Grupos (Duncan)	Media (%, NT)	N	ZONA
A	0,341a	9	3
A	0.302a	7	5
B A	0.280ba	5	6
B A	0.264a	7	5
B A C	0,264bac	6	4
B C	0.197bc	6	2
C	0,174c	3	1

p<0,01. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 29. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (NT)	N	ZONA
A	0.29424	21	0 - 20
A	0.24433	15	20 - 40

p>0,005. No hay diferencias significativas.

Estos autores Gliessman, et al., (1981) evaluaron la distribución del nitrógeno en cinco agroecosistemas locales típicos de las tierras bajas del trópico del Sureste de México: Monocultivo de Maíz, Maíz con Frijol, Yuca, Policultivos y Arroz. La biomasa total fue medida y los contenidos de nitrógeno mensualmente fueron determinados en los residuos muertos y vivos. Los componentes de cultivos se dividieron en raíces, tallos, hojas, frutas y flores. Concluye y demostró que el mantenimiento del nitrógeno en los sistemas depende, en gran medida, de la proporción de biomasa neta debido a que estas se devuelven al sistema.

Un trabajo similar donde Nourbakhsh (2008) evaluó en la región de Lordegan, ubicada en el Oeste de Irán, algunos indicadores biológicos en áreas forestadas y deforestadas lo llevó a cabo donde encontraron diferencias significativas en los contenidos de Nitrógeno, reportándose $61,7 \text{ mgNkg}^{-1}$ en las áreas forestadas y $26,8 \text{ mgNkg}^{-1}$ en áreas deforestadas. Señala que el Nitrógeno potencialmente mineralizable es como una piscina de nitrógeno (biológicamente activo) y cuando se deforesta es como eliminar el nitrógeno (N) de los suelos. Dado que más del 97% del total de N de los suelos existe en forma orgánica, con una reducción del nitrógeno potencialmente mineralizable es posible anticipar el agotamiento del carbono orgánico del suelo (SOC). Este mismo autor hace referencia que el carbono orgánico (CO) del suelo representa la energía y el estatus de los suelos y está relacionado funcionalmente con la mayor parte de los procesos biológicos; de igual manera menciona que los resultados corroboran que el Carbono orgánico del suelo (SOC) tiene un alto grado de influencia en la actividad de las enzimas del suelo y el N disponible. De igual manera señala que el mayor contenido de carbono del suelo puede soportar más actividad biológica debido a la energía y los nutrientes disponibles.

En la Figura 6 se muestra el mapa de clasificación de los suelos de la parcela del Sr. Jesús Portillo, donde se pueden apreciar los diferentes tipos de suelo de acuerdo a su percepción y la capacidad del saber local como investigador de su propia unidad de producción. Donde se codificaron con un color para identificar los diferentes tipos de suelo. En el mapa se observa que se clasificaron cinco (5) tipos de suelo, con características diagnósticas muy particulares, que permite inferir el nivel de descomposición de los residuos orgánicos en los suelos; los valores encontrados oscilan entre 10,40 y 13,99, encontrándose diferencias altamente significativas.

En el Gráfico 5, se observan los diferentes valores de C/N siendo éstos menores a 30. Esta relación de estas dos variables, Jackson et al., (2007) señalan que una relación C/N entre 8 y 12 permite que haya un equilibrio entre la formación de humus y la mineralización, principalmente en los sistemas basados en la biodiversidad. En el Cuadro 30 destaca que se encontraron diferencias significativas de la relación C/N en las diferentes zonas muestreadas, encontrándose cuatro grupos definidos.

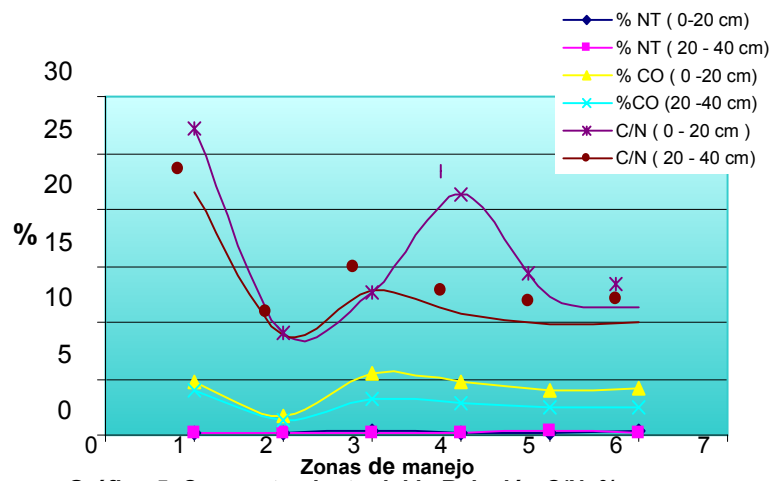


Gráfico 5. Comportamiento de la Relación C/N, % Carbono Orgánico -% NT. S.A.C. - Familia Lozada

Como se observa en el Gráfico 5, la relación C/N en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades, es menor a 30 y los porcentajes de carbono orgánico (CO) superan el 4% en los primeros 20cm a excepción de la ZM2, área considerada por los productores del sistema de producción como lo suelos menos fértiles de su parcela.

Cuadro 30. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Relación C/N.

Grupos (Duncan)	Media (C/N)	N	ZONA
A	27,077a	9	3
B	15,898 b	7	5
C B	12,610 cb	5	6
C B	12,596 cb	7	1
C B	12,48cb	6	4
C	10,754c	6	2

p< 0,05. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC, cmol.kg^{-1}): En las diferentes zonas de manejo se encontraron valores similares de la capacidad de intercambio como se observa en el Gráfico 6, sin embargo a mayor profundidad se visualiza una CIC hasta de 25 cmol.kg^{-1} . Evidentemente se evidencia que la ZM2, es la que muestra el menor valor de CIC en las diferentes profundidades ($12 - 16 \text{ cmol.kg}^{-1}$).

La materia orgánica contribuye a un incremento de las cargas negativas y promueve el aumento de la CIC, no obstante los valores bajos encontrados en la ZM2, área donde se encontró la mayor presencia de Helecho, son bajos porque fue donde se encontró los porcentajes más bajos de materia orgánica.

En estudios realizados con diferentes tipos de manejo agronómico, Torres et al., (2006) encontraron que una disminución del contenido de carbono orgánico en el sistema convencional trajo como consecuencia una reducción en la CIC, reportándose valores de $15,76$ hasta $17,27 \text{ cmol.kg}^{-1}$, dado la naturaleza franco arenosa de los suelos estudiados.

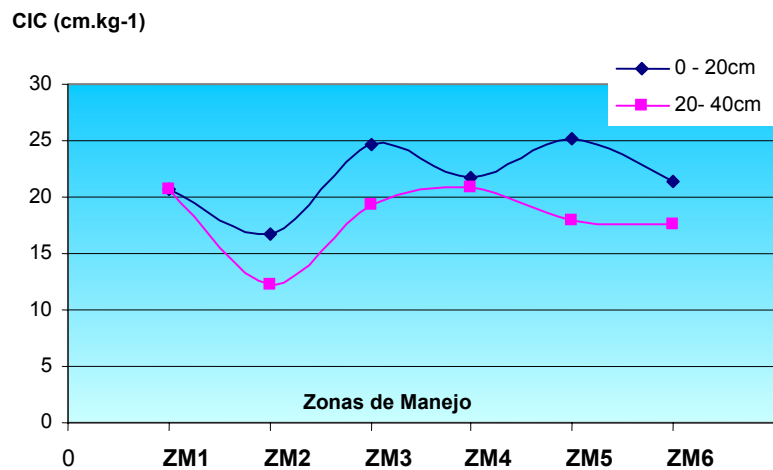


Gráfico 6. Capacidad de intercambio catiónico (cmol.kg^{-1}).
S.A.C - Familia Lozada

En el Gráfico 6 se evidencian los mayores reportes de la capacidad de intercambio catiónico en la ZM3 y ZM5, coincidiendo con los altos porcentajes de nitrógeno (NT) y de materia orgánica encontrados en estas áreas del sistema de producción. De igual manera se encontraron los mayores contenidos en los primeros 20cms en las diferentes zonas de manejo.

Aluminio Intercambiable (Al^{+3}): Se encontraron valores comprendidos entre 0,7 y 4,33 cmol.kg^{-1} con un valor promedio de 2,19 cmol.kg^{-1} en los primeros 20 cm, de igual manera se observa la presencia de aluminio a mayor profundidad. Las mayores concentraciones de Al^{+3} se encontraron en la ZM2, área con la mayor dominancia de Helecho y cultivada con café de hoja ancha, también la ZM4.

Esta presencia de aluminio es producto de la alta acidez encontrada en los diferentes suelos de la unidad de producción; se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las diferentes zonas de manejo, como se observan en el Cuadro 31 los diferentes grupos que se conformaron al evaluar las diferentes zonas de manejo, sin embargo, de acuerdo a las profundidades de las diferentes muestras, no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 31. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a los contenidos de Aluminio (Al^{+3}).

Grupos (Duncan)	Media (Al^{+3})	N	ZONA
A	4,830	6	2
A	4,717	6	4
B A	3,178	9	3
B A	2,114	7	5
B A	1,374	5	6
B	0,700	3	1

$p < 0,05$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Contenido de Hierro (Fe^{+3} , mg.kg^{-1}): Los contenidos de hierro reportados en las diferentes zonas de manejo son considerados altos (175,33 a 311,67 mg.kg^{-1}) con un valor promedio de 283,9 mg.kg^{-1} en los primeros 20 cm, sin embargo, se observa que a mayor profundidad las concentraciones de Fe^{+3} son mayores. En el análisis de varianza (Cuadro 32) las diferencias en las concentraciones de Fe^{+3} en las diferentes zonas de manejo y en las diferentes profundidades son altamente significativas $p (< 0,01)$ como se observa en los Cuadros 32 y 33.

Cuadro 32. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a los contenidos de Fe^{+3} .

Grupos (Duncan)	Media (Fe^{+3})	N	ZONA
A	485,86	7	5
A	481,00	6	2
B A	345,67	6	4
B A	311,67	3	1
B A	206,67	9	3
B	181,00	5	6

$p < 0,01$. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 33. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a los contenidos de (Fe^{+3}).

Grupos (Duncan)	Media (Fe^{+3})	N	ZONA
A	479,13	15	20 - 40
B	232,10	21	0 - 20

$p < 0,01$. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Calcio intercambiable (Ca^{+2}): Se encontraron valores muy bajos de calcio, variando entre 0,47 y 2,07 cmolkg, en las diferentes zonas de manejo y en las diferentes profundidades. De igual manera se observa que a partir de los 20 cm se encontraron valores de 0,37 a 1,3 cmolkg⁻¹, en las diferentes zonas de manejo, como se observa en el Cuadro 34. Estos valores nos permiten validar los bajos niveles de calcio (Ca^{+2}) en zonas de ladera, donde la lixiviación juega un rol fundamental.

El Ca^{+2} es un nutriente muy importante para el crecimiento de los cultivos. Deficiencias de Ca^{+2} causa deformaciones en el sistema radicular, en las hojas y en el sabor de algunos cultivos.

Cuadro 34. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Calcio intercambiable (Ca^{+2}).

Grupos (Duncan)	Media (Ca^{+2})	N	ZONA
A	1,856a	5	6
B	0.872b	7	5
B	0.813b	9	3
B	0.666b	6	4
B	0,470b	3	1

$p < 0,05$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Conductividad eléctrica (CE): Los valores encontrados de conductividad eléctrica en las diferentes zonas de manejo son relativamente bajos, variando entre 0,547 dS/m hasta 0,166 dS/m; en las pruebas de medias se observan tres grupos con diferencias significativas; también se encontraron diferencias entre las profundidades (Cuadros 35 y 36).

Cuadro 35. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable

Grupos (Duncan)	Media (CE) dS/m	N	ZONA
A	0,547a	5	6
B A	0.4431ba	7	5
B A	0.3790ba	6	2
B A	0.3542ba	9	6
B A	0.3133ba	6	2
B	0.1667b	3	1

Cuadro 36. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de de acuerdo a la variable Conductividad Eléctrica.

Grupos (Duncan)	Media (CE) dS/m	N	ZONA
A	0,547a	5	6
B A	0.4431ba	7	5

P<0,05 Las letras diferentes indican diferencias significativas.

En el Cuadro 37 se presenta un resumen total de valores promedio de todas las variables químicas evaluadas en el sistema de agricultura campesina de la Familia Lozada, donde se observa en las diferentes zonas suelos con pH extremadamente ácidos, bajos contenidos de calcio (Ca^{+2}), así mismo un alto porcentaje de materia orgánica (MO), entre 6,93 a 9,37% a excepción de la ZM2. También se encontró una alta capacidad de intercambio catiónico en las diferentes zonas de manejo a diferencia de la ZM2, que los valores más bajos se encontraron a una profundidad de 20 – 40 cm como se observa en el Cuadro 38.

Cuadro 37. Propiedades Químicas promedios encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 0- 20cm.

Zonas de manejo	pH	MO (%)	NT (%)	CIC (cmol.kg^{-1})	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}
					(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})
1	3,75	8,01	0,17	27,2	0,47	0,7	27,08	311,67
2	3,01	2,01	0,15	16,00	0,30	1,79	9,09	189,00
3	3,36	9,37	0,43	25,10	0,64	2,1	12,61	175,33
4	3,55	8,21	0,26	22,10	0,5	4,33	21,27	210,67
5	3,65	6,93	0,28	25,01	1,12	3,13	12,27	187,33
6	3,67	7,07	0,37	22,03	2,07	1,13	11,29	193,67

Lobartini y Orioli (1988) señalan que la solubilidad del hierro (Fe^{+3}) en un suelo depende del contenido de materia orgánica, de tal forma que la asociación del hierro con los agentes quelantes de la materia orgánica da lugar a la formación de complejos que incrementan considerablemente la concentración y movilidad de este nutriente en la solución del suelo, en los Cuadros 37 y 38 se pueden observar que a diferentes profundidades y en las diferentes zonas de manejo se encontraron altos contenidos de hierro.

En el Cuadro 38, se observan las propiedades químicas de los suelos en el SAC de la Familia Lozada, a una profundidad de 20 - 40 cms, observándose un comportamiento similar a la primera profundidad. De igual manera se puede observar los altos contenidos de materia orgánica en las diferentes zonas de manejo, sin embargo en la ZM2, fue donde se encontró el contenido más bajo de materia orgánica (2,35%); esto se debe principalmente a los pérdidas superficiales del suelo por los arrastres de sedimentos en esta zona.

Cuadro 38. Propiedades Químicas promedios encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 20 – 40 cm.

Zonas de Manejo	pH	MO (%)	N (%)	CIC	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}
				(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})
1	3,75	4,43	0,24	20,10	0,69	3,83	10,57	479
2	3,46	2,35	0,16	13,02	0,37	5,46	8,84	513,67
3	3,53	5,23	0,28	20,00	0,42	4,00	12,85	441,67
4	3,51	4,98	0,27	21,01	0,77	5,40	10,81	444,56
5	4,79	5,15	0,3	18,00	0,86	1,8	9,89	649,67
6	3,86	4,64	0,26	18,01	1,3	1,76	10,05	542,89

La ZM2 se caracteriza por estar cultivada de café de la especie Canéfora; según la familia Lozada, estos son los suelos con menor fertilidad de toda la parcela. La abundancia del helecho en la ZM2 es indicador de suelos muy ácidos.

Así mismo, se observa en los diferentes puntos muestreados y en las diferentes profundidades un comportamiento similar en las variables químicas. En cuanto a las variables físicas evaluadas en estos suelos, tienen una buena porosidad, alta conductividad hidráulica que le permite al suelo un flujo de agua adecuado y una densidad aparente del suelo adecuada para el desarrollo radicular.

IV.1.1.4.4. Variables Biológicas:

Respiración Edáfica: En el Grafico 7 se observan, para las diferentes zonas de manejo, la liberación de dióxido de carbono (CO_2), encontrándose rangos desde 57,8 mcg CO_2 hasta 64,9 mcg $\text{CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{suelo} \cdot \text{día}^{-1}$; estos resultados coinciden con los de Nourbakhsh, (2008) donde encontró un decrecimiento en la evaluación de la respiración basal en áreas deforestadas variando entre 24,9 mcg $\text{CO}_2 \cdot \text{Ckg}^{-1} \text{d}^{-1}$ y en las áreas forestadas 47,1 mcg $\text{CO}_2 \cdot \text{Ckg}^{-1} \text{d}^{-1}$

El incremento de la población microbiana trae consigo un incremento en la producción de CO_2 , y éste puede ser usado como índice de la actividad biológica del suelo como respuesta al abonado y otras prácticas agrícolas (Dalurzo et al., 2005).

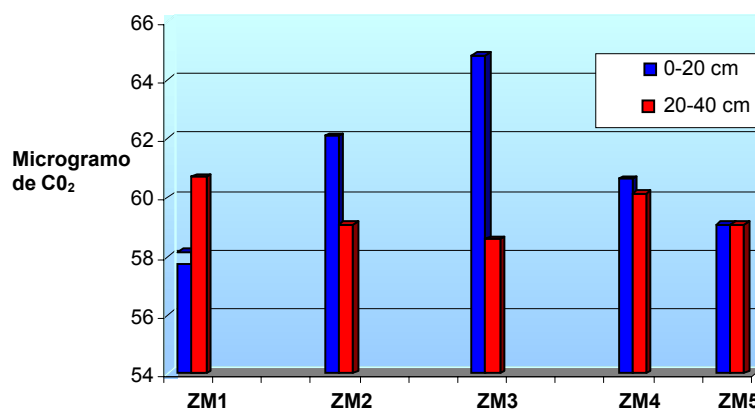


Gráfico 7. Microgramo de $\text{CO}_2 \cdot \text{gr}^{-1} \text{Suelo} \cdot \text{día}^{-1}$
S.A.C - Familia Lozada

En el sistema de agricultura campesina de la Familia Lozada la ZM3 (área cultivada con café bajo sombra) fue donde se encontró las mayores concentraciones de mcgCO_2 , seguido de la ZM2 (cultivada con café y cítricos) en los primeros 20cm. Se observa una reducción significativa a una profundidad mayor de 20 cm; esta reacción se debe al mayor contenido de materia orgánica en los primeros 20 cm, ya que los microorganismos se encargan de descomponer todos los residuos orgánicos a través del proceso de la mineralización y de humificación. De igual manera se observa que mayor profundidad, hay una tendencia similar en las diferentes zonas de manejo.

Goberna, (2003), señala que el suelo alberga una enorme diversidad de microorganismos que juegan un papel fundamental en la regulación de los flujos globales de materia y energía.

Cuadro 39. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Respiración Edáfica.

Grupos (Duncan)	Media (mcgCO_2)	N	Profundidad
A	59,70a	12	0-20
A	58,80a	8	20-40

Como se observa en el Cuadro 39, Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en las diferentes profundidades.

IV.1.1.5.1. Propiedades de suelos sistema de agricultura campesina 2 – Sr. Jesús Portillo.

IV.1.1.5.2. Variables Físicas:

Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo.

Como se puede observar en el Cuadro 40 la distribución de los diferentes tamaños de partículas de suelos, en las diferentes zonas de manejo del sistema de agricultura campesina del Sr. Portillo, son muy variables, presentando grupos texturales clasificados como Franco (F) en la ZM1 (zona cultivada con caraotas y frijol); se encontró un 18,16 % arcilla (<2 μm) y 46,03 % de limo. La ZM2, es un suelo Franco Arcilloso (FA).

La ZM3 (área con forestales) es un suelo Franco (F) como se observa en as diferentes profundidades. La ZM4 (área cultivada con predominio de Musáceas y Cítricas) es un suelo Arcillo Limoso (AL). La ZM5 (área con Quinchonchos) los suelos fueron clasificados como FAL en los primeros 20cm, sin embargo a mayor profundidad los suelos Francos (F). Los contenidos de limo fueron muy similares en las diferentes zonas de manejo donde se encontraron valores desde 42,52 hasta 52,04%.

Cuadro 40. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo. Profundidad de 0-20 cms.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Grupo textural
	<2 μm	2-50 μm	50-2000 μm	50-100 μm	100-250 μm	250-500 μm	500-1000 μm	1000-2000 μm	
1	18,16	46,03	35,81	3,15	7,10	4,58	10,19	10,79	F
2	29,94	46,56	23,51	10,04	4,33	3,09	4,18	1,87	FA
3	20,12	42,67	37,21	5,37	8,78	5,35	11,00	6,71	F
4	45,25	42,52	12,23	0,33	3,67	2,20	3,32	2,72	AL
5	28,10	52,04	19,86	5,32	5,39	2,63	3,76	2,76	FAL

Cuadro 41. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo de 20 - 40 cm.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Grupo textural
	<2 um	2-50 um	50- 2000 um	50-100 um	100- 250 um	250-500 um	500- 1000 um	1000-2000 um	
1	19,81	34,57	45,62	5,44	10,41	7,61	14,57	7,58	F
2	28,80	44,66	26,54	4,31	7,80	3,74	6,33	4,36	F
3	22,53	39,67	37,80	4,37	8,70	5,36	11,26	8,12	F
4	29,61	46,08	24,31	4,23	4,26	3,01	7,24	5,57	FA
5	16,78	50,19	33,04	4,45	6,18	3,74	8,41	10,25	F

Como se puede observar en el Cuadro 41, de acuerdo a la distribución y tamaño de las partículas la clase textural en las ZM1, (área con Leguminosas) ZM2, (café bajo sombra) ZM3 (área con forestales) y ZM5 (área con Leguminosas) estas áreas tiene suelos clasificado como Francos (F) a excepción de la ZM4 suelo clasificado Franco Arcillosos (FA) a una profundidad de 20-40 cms. Dominando el grupo textural de suelos francos, similar a los suelos correspondientes a la familia Lozada.

Densidad Aparente (Mg.m^3): Se observa en este sistema un rango en la densidad aparente comprendida entre 1,09 y 1,25 Mg.m^3 en los primeros 20 cm, encontrándose los valores más bajos en la ZM2 (café bajo sombra de Teca y Guamo) y la ZM3 (área con forestales).

En el Gráfico 8, se puede observar claramente que la densidad aparente es similar en las diferentes zonas de manejo así mismo entre las diferentes profundidades; estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$). Se puede observar, los valores de densidad aparente, encontrándose los máximos valores en la ZM4, valores no críticos para el desarrollo de las plantas.

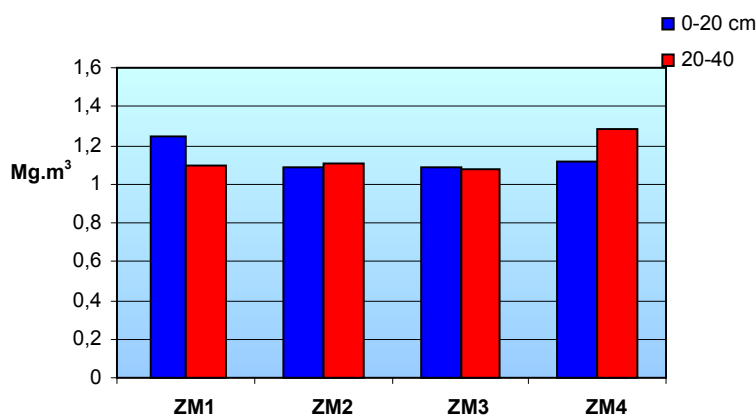


Grafico 8. Densidad Aparente a diferentes profundidades
S.A.C - Sr. Jesús Portillo.

Cuadro 42. Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo. Densidad Aparente. (Mg.m³).

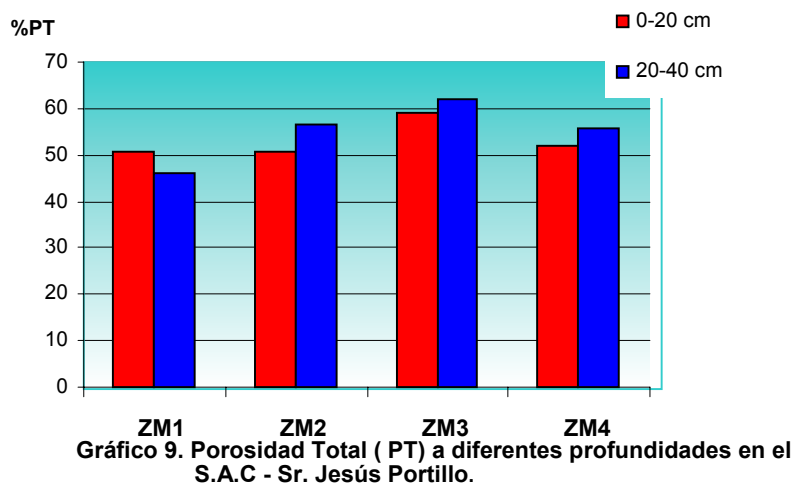
Duncan (Grupos)	Medias	Zonas
A	1.2578 a	1
A	1.1267 a	4
A	1.0866 a	3
A	1.0855 a	2

p> (0,05). Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

En las pruebas de medias se puede observar un solo grupo desde el punto de vista estadístico, donde nos se encontraron diferencias significativas los valores de (DA) son similares en las diferentes zonas de manejo.

Porosidad Total: En cuanto a la porosidad total se encontraron porcentajes comprendidos entre 50,97 y 60,29 %, valores adecuados para un buen desarrollo radicular. De igual manera, se observa en el Gráfico 9, un mayor porcentaje de porosidad en la ZM3 (área con forestales) con 60,29%.

Desde el punto de vista estadístico, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las zonas de manejo, a la vez se encontró interacción con las diferentes profundidades. La ZM3 fue descrita por el señor Jesús Portillo como aquella zona con muy buen suelo para el cultivo de café, porque allí hay presencia de Lajitas.



En los Cuadros 43 y 44, se puede observar la prueba de medias según Duncan, entre las zonas de manejo se encontraron diferencias significativas, sin embargo a diferentes profundidades no hay diferencias significativas.

Cuadro 43. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable % porosidad total.

Grupos (Duncan)	Media (PT)	N	ZONA
A	60.290	5	3
B A	54.300	7	2
B A	53.777	3	4
B	50.970	6	1

$p < 0,05$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Cuadro 44. Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % porosidad total.

Grupos (Duncan)	Media (PT)	N	Profundidad
A	54.965	8	20 - 40
A	54.557	12	0 - 20

$p > (0,05)$. Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

Macroporos $P > 15\mu\text{m}$ (%): Se encontraron porcentajes comprendidos entre 15,34% y 19,37% en las diferentes zonas de manejo a una profundidad de 0 - 20 cm de profundidad, de igual manera a partir de los 20 cm de profundidad la situación es similar, encontrándose valores entre 15,69% y 20,03% como se observa en los Cuadro 45 y 46. De acuerdo a Florentino (1998), los porcentajes obtenidos de macroporos en SAC representan las categorías “Alta a Muy Alta” en las diferentes zonas de manejo.

Cuadro 45. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable % de Macroporos.

Grupos (Duncan)	Media ($P > 15\mu\text{m}$)	N	ZONA
A	22.153	3	4
B A	19.282	6	1
B A	18.293	6	2
B	15.320	5	3

$p < (0,05)$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Como se puede observar en el Cuadro 45, el mayor porcentaje de macroporos se encontró en la zona de manejo 4, área cultivada con la mayor diversidad de especies; entre las plantas predominantes están: Los cambures, guajes, ocumo, naranjas, lechosa, guayaba y aguacates.

Cuadro 46. Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % Macroporos ($P > 15\mu\text{m}$).

Grupo (Duncan)	Media (K) ($P > 15\mu\text{m}$)	N	Profundidad
A	18.532	12	20 - 40
A	18.266	8	0 - 20

$p > (0,05)$. Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

Como se observan en el Cuadro 46, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de macroporos a nivel de las diferentes profundidades de las diferentes zonas de manejo.

Estabilidad de los Agregados: Se encontraron valores de agregados estables al agua $>$ de 0,250mm (macroagregados) entre 35 y 82 %; (Cuadros 47 y 48); de igual manera se observa el mayor porcentaje de macroagregados en la ZM2 en los primeros 20cm, con diferencias significativas entre las diferentes zonas de manejo y entre las diferentes profundidades.

Cabria et al., (2002) señalan que cuando la dinámica de la descomposición de la materia orgánica es el elemento principal que fundamenta el nivel y la perdurabilidad de la estructura de los agregados, de su formación y, sin duda esta agregación representa los altos contenidos de materia orgánica encontrados en estos conucos altamente diversificados. Ruiz (2004) realizó una evaluación en diferentes suelos venezolanos; encontrando en un suelo arenoso (La Iguana) un aumento significativo de la proporción de macroagregados sobre los microagregados, suelos que estaban bajo la cobertura de pasto *Urochloa dyctioneura*, evidenció la influencia de los componentes orgánicos involucrados en la macroagregación.

Conductividad hidráulica saturada (cm.h^{-1}): En el Gráfico 10, se reportan valores en el flujo o movimiento de agua dentro del perfil entre 0,9 hasta 9,47 cm.h^{-1} , a partir de los 20 cm. Se observa en la ZM1 (área con Leguminosas) los valores mas altos de la

conductividad hidráulica. En términos general estos valores de (Ks) son considerados de moderados a altos, en cuanto al movimiento y flujo de agua. Además este mismo comportamiento se observa después de los 20 cm en las diferentes zonas como se puede observar en los Cuadros (47 y 48) los valores más altos de (Ks), se encuentran a mayor profundidad en las diferentes zonas de manejo. Según la prueba de Duncan, no hay diferencias significativas p (>0,05) entre zonas de manejo, debido quizás al muy alto coeficiente de variación que muestra esta variable de suelo.

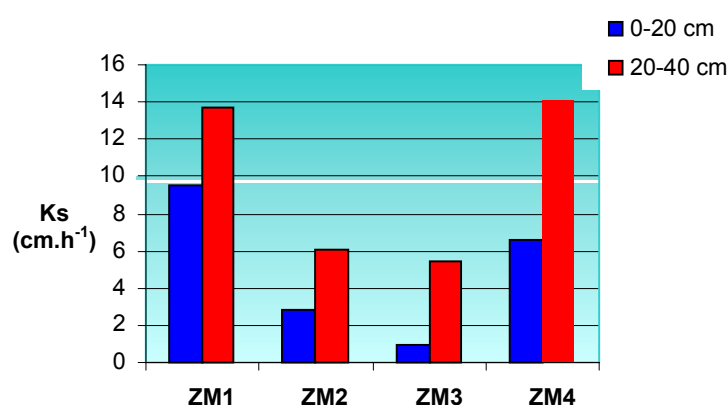


Gráfico 10. Conductividad Hidráulica (cm.h⁻¹), en las diferentes Zonas de manejo. S.A.C- Sr. Jesús Portillo

Cuadro 47. Variables Físicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 0 - 20 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	Ks(cmh ⁻¹)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25mm (%)	Grupo
						Textural
1	1,25	9,47	55,93	18,53	35,00	F
2	1,09	2,80	50,80	15,90	82,00	FA
3	1,09	0,93	59,17	15,34	51,33	F
4	1,12	6,56	51,95	19,37	33,00	AL

Cuadro 48. Variables Físicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 20 – 40 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	Ks (cm.h ⁻¹)	PT (%)	(P>15µm) (%)	AE>0,25mm (%)	Grupo
						Textural
1	1,1	13,71	46,01	20,03	44.66	F
2	1,11	6,10	56,72	19,47	56.66	F
3	1,08	5,42	61,96	15,69	27.00	F
4	1,28	14,07	55,75	16,70	46.66	FA

En los Cuadros 47 y 48 se observan los valores promedio de todas las variables físicas evaluadas en el sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo, donde se visualiza el comportamiento de los suelos en las diferentes zonas de manejo y a diferentes profundidades.

IV.1.1.5.3. Variables Químicas:

pH: El pH reportó valores entre 3,30 y 3, 57 en las diferentes zonas de manejo en los primeros 20cm considerados, clasificados como extremadamente ácidos.

Además, este comportamiento de pH es similar a la profundidad de los 20 – 40 cm. En cuanto a la prueba de medias de rangos múltiples de Duncan, no se encontraron diferencias significativas y tampoco hay interacción de acuerdo a las diferentes zonas de manejo y a las diferentes profundidades.

% Materia Orgánica: Se encontraron altos contenidos de materia orgánica en las diferentes zonas de manejo y el menor porcentaje se encontró en la ZM3 (área con árboles forestales) con 4,5%, sin embargo, los porcentajes con respecto a las otras zonas de manejo son similares, tal como puede observarse en el Cuadro 49. Larson y Pierce, (1991) consideran a la MO como el indicador más significativo de la calidad de suelo citado por Dalurzo et al., (2005).

Cuadro 49. Grupos de medias según la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % de la materia orgánica.

Grupos (Duncan)	Media (Duncan) (% MD)	N	ZONA
A	6,328a	6	2
A	5,090 a	3	4
A	5,075a	6	1
A	4,556 a	5	3

(p> 0,05) No se encontraron diferencias significativas

Los resultados obtenidos se corresponden a lo señalado por Havlin et al. (1990), citado por Torres et al., (2006) quienes indican que los sistemas alternativos que contemplan la incorporación de residuos orgánicos incrementan el contenido de materia orgánica del suelo, mientras que ésta declina cuando baja la producción de residuos y se combina con sistemas de labranza tradicional, como fueron los resultados reportados en el caso del melón bajo manejo convencional.

% Nitrógeno Total (%): En cuanto a contenido de nitrógeno, se reportan valores entre 0,30 y 0,51%, considerados valores de medios a alto, sin embargo se observa que en la ZM3 (área con forestales) se encontraron los mayores porcentajes de nitrógeno. Estadísticamente, se observa (Cuadro 50 y 51) que hay diferencias significativas entre zonas de manejo, y a nivel de las diferentes profundidades.

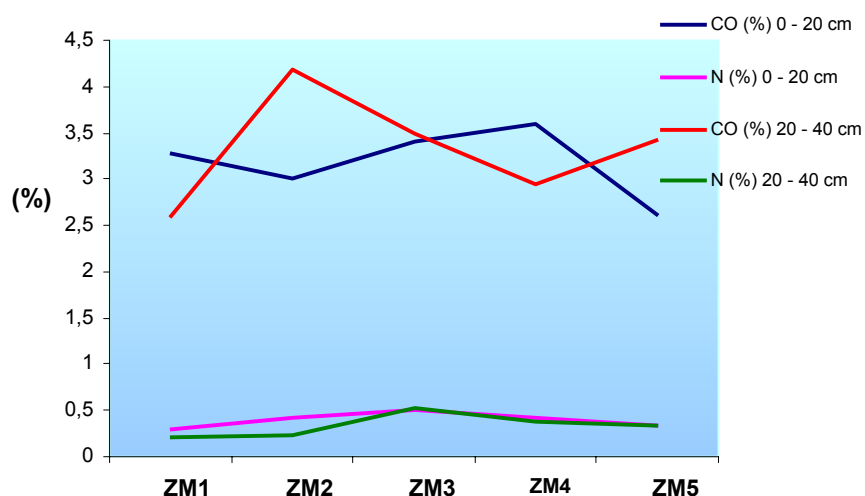


Gráfico 11. Contenido de Nitrógeno total (%) y Carbono Orgánico (CO) (%) en las diferentes profundidades. S.A.C- Sr.Jesús Portillo.

En el Gráfico 11, se puede observar los contenidos de nitrógeno a diferentes profundidades en las diferentes zonas de manejo y los altos contenidos de Carbono orgánico; en los primeros 20 cm los porcentajes de nitrógeno son mayores. Los aportes de materia orgánica juegan un rol fundamental en la actividad biológica de los suelos. Es por ello, que Dalurzo et al., (2005) señalan que la utilización racional del suelo implica la preservación de la materia orgánica (MO) y de la microflora asociada para no deteriorar la estructura y la capacidad de regular la disponibilidad de macro y micronutrientes.

Cuadro 50. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (%NT)	N	ZONA
A	0,341a	9	3
A	0.302a	7	5
B A C	0,264ba	6	4
B C	0.197b	6	2
C	0,174c	3	1

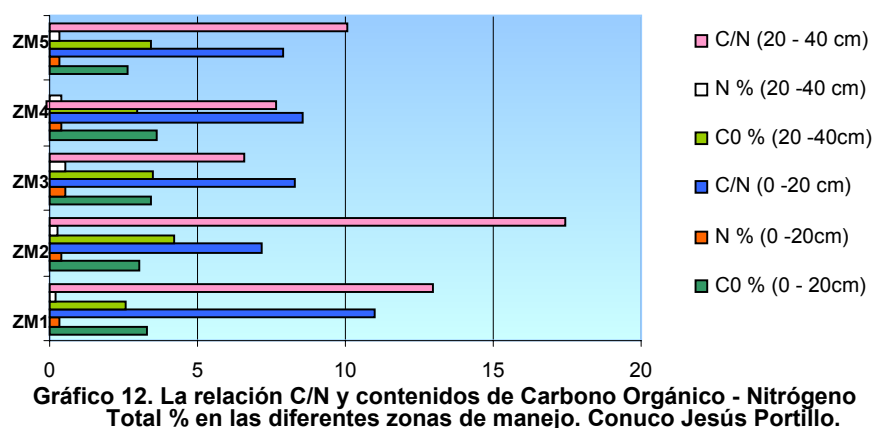
Cuadro 51. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (NT)	N	ZONA
A	0,391a	3	0 - 20
B	0.2930b	1	20 - 40

Como se puede observar en el Cuadro 51, se encontraron diferencias significativas en las diferentes profundidades; se observan los mayores porcentajes de nitrógeno en los primeros 20 cm; principalmente en la zona establecida con forestales (ZM1) seguido de la zona cultivada con Quinchonchos. Esto se debe a los altos contenidos de materia orgánica producto de los residuos que se reciclan en el suelo en cada zona de manejo.

Relación Carbono/Nitrógeno: Se encontraron, en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades, relaciones C/N bajas (entre 8,56 hasta 12,25), como puede observarse en el Gráfico 11, existiendo diferencias altamente significativas ($p < 0,05$).

La relación C/N, es un indicador biológico de la actividad microbiana en los suelos. Moreno et., al (1993) señalan que la relación C/N es un indicador de la velocidad del proceso y estado de evolución en la formación del humus y que esta relación bajará en la medida que el proceso de descomposición avance, (Godoy, 2002).



En el Gráfico 12, se muestran varias variables evaluadas en las diferentes zonas y a diferentes profundidades, donde se observa que la relación C/N fue menor de 15, a excepción de la ZM2 área cultivada con café y guamo a una profundidad, entre los 20-40 cms. De igual manera se observan altos porcentajes de carbono orgánico (%) en las diferentes profundidades. Se puede observar en la ZM1, área establecida con forestales fue donde se encontró los mayores porcentajes de carbono orgánico (CO). En cuanto a los porcentajes de Nitrógeno los rangos son muy similares en los primeros 20 cms, en las diferentes zonas de manejo como se observa en el Gráfico.

Thompson y Treh (2002) señalan que la acción microbiana puede mineralizar o inmovilizar el nitrógeno; el principal factor que determina cual de los dos procesos va ocurrir o prevalecer es la relación C:N los microorganismos utilizan el nitrógeno como fuente proteica y como una fuente energética. Si la relación C.N es mayor a 32:1 parte del nitrógeno del suelo es inmovilizado y si es menor permite la mineralización a tiempo.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC, cmolKg^{-1}):

Se encontraron valores de CIC de 11,5 hasta 21,5 cmol.kg^{-1} , con un promedio de 16,61 cmol.kg^{-1} de suelo, destacando la mayor CIC en las ZM1 (área establecida con forestales) y la ZM2 (área establecida con café bajo sombra) a la profundidad de 20 – 40 cm. En relación a las otras zonas de manejo la Capacidad de intercambio Catiónico es menor como se observa en el Gráfico 13.

Desde el punto de vista estadístico no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$). El reciclaje de nutrientes está fuertemente afectado por la calidad y cantidad de material vegetal que entra al suelo (Matus *et al.*, 2008) y esto se refleja en la CIC.

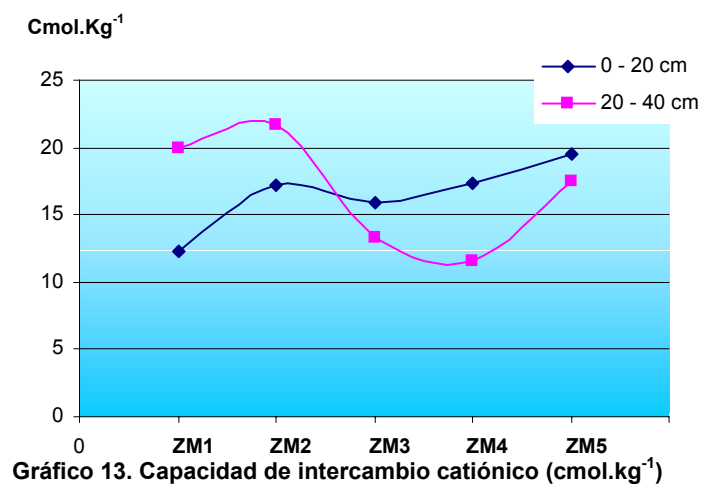


Gráfico 13. Capacidad de intercambio catiónico (cmol.kg^{-1}) S.A.C - Sr. Jesús Portillo.

Cuadro 52. Variables Químicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 0- 20 cm.

Zona de manejo	pH	CE	MO (%)	N (%)	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}
					(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})
1	3,58	0,23	5,68	0,30	2,42	5,85	12,25	365,67
2	3,30	0,48	5,42	0,42	2,21	3,10	13,23	445,00
3	3,30	0,34	5,89	0,51	0,84	3,23	10,28	633,67
4	3,80	0,25	6,20	0,42	0,42	0,00	8,56	430,22
5	3,50	0,45	4,50	0,33	2,04	0,00	10,35	435,00

Cuadro 53. Variables Químicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 20 – 40 cm.

Zona de manejo	pH	CE dS.m ⁻¹	MO (%)	N (%)	Ca ⁺²	Al ⁺³	C/N	Fe ⁺³
					(cmol.kg ⁻¹)	(cmol.kg ⁻¹)		(cmol.kg ⁻¹)
1	3,57	0,59	4,47	0,20	1,37	1,43	12,44	401,33
2	3,58	0,35	7,24	0,24	1,17	2,27	19,95	462,00
3	3,3	0,63	3,51	0,53	0,94	4,20	3,85	268,33
4	3,41	0,51	5,09	0,38	0,32	0,00	8,15	265,33
5	3,58	0,46	5,90	0,34	0,98	0,00	10,06	478,90

Cuadro 54. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (pH)	N	Profundidad
A	3.46a	12	0-20
A	3.40a	8	20-40

Como se puede observar en el Cuadro 54, no se encontraron diferencias significativas en el pH del suelo a diferentes profundidades.

Aluminio Intercambiable (Al⁺³): Se encontraron valores comprendidos entre 0 y 5,85 cmol.kg⁻¹; como se observa en los Cuadros 52 y 53 esta presencia de aluminio (Al⁺³) está asociada a los bajos niveles de pH de los suelos en las diferentes zonas de manejo de este sistema de agricultura campesina. En la ZM1 área forestal fue donde se encontraron los mayores contenidos de Aluminio en los primeros 20 cms de profundidad. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas (p>0,05), según la prueba de medias de Duncan.

Contenido de Hierro (Fe^{+3}): En los Cuadro 52 y 53 se observan los contenidos de hierro para las diferentes zonas de manejo, valores considerados muy altos (entre 430,22 y 633,67 cmol.kg^{-1}). Se observa las mayores concentraciones en la ZM5, áreas cultivadas con una Leguminosa (Quinchoncho), seguidas de la ZM1, área establecida con otra Leguminosa (Caraotas y Quinchonchos) esta similitud se encontró a una profundidad de 20- 40 cm.

Estadísticamente no se encontraron diferencias ni interacciones en las diferentes profundidades y las zonas de manejo.

Calcio (Ca^{+2}): Los valores de Calcio en general son muy bajos, oscilan entre 0,42 y 2,42 cmol.kg^{-1} en los primeros 20cm y a partir de los 20 cm los valores encontrados van desde 0,32 a 1,37 cmol.kg^{-1} encontrándose el valor más bajo en la ZM2 y el valor más alto en la zona establecida con forestales.

Conductividad Eléctrica (CE): En los Cuadro 53 y 54 se observan los valores de la Conductividad eléctrica en las diferentes profundidades, valores muy bajo que no presentan problemas de acumulación de sales, tal como era de esperarse en este tipo de suelos.

IV.1.1.5.4. Variables Biológicas.

Respiración Edáfica.

En el Gráfico 14 se muestran los resultados de producción de CO_2 , siendo mayor en la ZM3, área establecida por árboles forestales seguido de ZM5 área cultivada con Leguminosas (Quinchonchos). Se observa en las diferentes zonas de manejo que la liberación de CO_2 producidos por los microorganismos del suelo a la profundidad de 20- 40 cms los rangos de mcgCO_2 entre 59 y 61 mcg CO_2 rangos similares. No obstante en esa segunda capa la producción de CO_2 es menor; en las ZM2 y ZM4.

En efecto la producción de mcgCO_2 es mayor en la capa superficial, es de esperar estos resultados por la actividad microbiana presente en el suelo, producto de todos los residuos orgánicos incorporados en el suelo.

La actividad microbiana es afectada por variables ecológicas primarias, tales como la densidad y composición de la flora de la etapa sucesional. (Alvear et al., 2007), señalan que dentro de las actividades biológicas del suelo las más importantes están relacionadas con la materia orgánica (MO) y el ciclaje de nutrientes, porque permiten detectar, junto a otros parámetros físicos del suelo, cambios tempranos en su bioquímica, grado de compactación de suelos y actividades biológicas producidas por el impacto de la actividad antrópica.

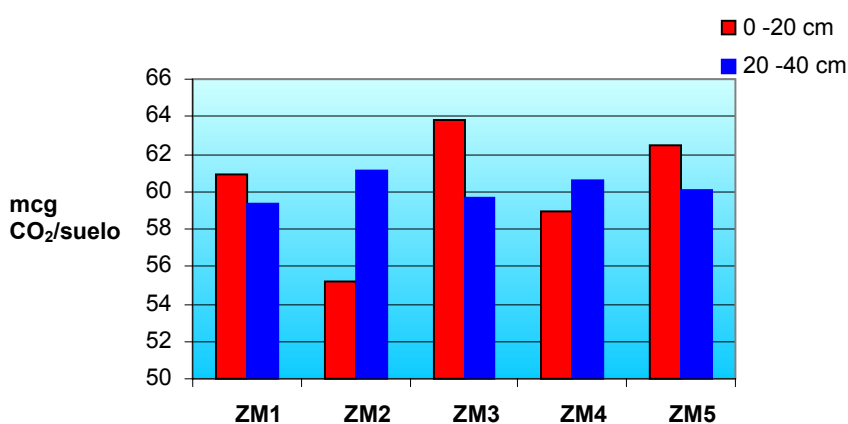


Gráfico 14. Microgramo de CO₂ g⁻¹suelo. día⁻⁷ de incubación en las diferentes profundidades- S.A.C – Sr. Jesús Portillo.

Hernández et al., (1995) encontraron en evaluaciones del cultivo de la caña de azúcar los máximos valores de respiración edáfica en la época de mayor humedad en los suelos durante Junio – Agosto ($384 - 450 \text{ mgCO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$) y los mínimos en el mes de Febrero ($98-112 \text{ mgCO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$).

El análisis precedente del sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús portillo, caracterizado por sembrar una diversidad de especies en diferentes zonas, muestra un comportamiento similar en las mayoría de las variables estudiadas, encontrándose suelos con altos contenidos de materia orgánica, bien estructurados, similar a los otros sistemas de agricultura campesina, incluyendo el sistema de referencia utilizado.

IV.1.1.6.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos.

IV.1.1.6.2. Variables Físicas:

Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Santos.

Cuadro 55. Distribución y tamaño de las partículas, zona de manejo -Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Santos.

Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Clase textural
<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
26,20	48,44	25,36	3,63	3,99	3,07	6,86	7,81	FL

Como se puede observar en el Cuadro 55, este es un suelo, donde se encontró un 48,44% de limo; de igual manera el fraccionamiento de las arenas tiene sus mayores porcentajes entre la arena gruesa y muy gruesa.

Densidad Aparente (Mg.m^3): En los diferentes puntos de muestreo se encontró valores de densidad aparente (D_a) entre 1,09 hasta 1,18 (Mg.m^{-3}) con un promedio de 1,15 Mg.m^3 , adecuados para un buen desarrollo radicular de la mayoría de los cultivos. Como se puede observar en los Cuadros 56 y 57, la D_a es similar en los diferentes puntos muestreados a diferentes profundidades; estos resultados se deben a los altos contenidos de materia orgánica presente en estos suelos.

Porosidad Total %: Se encontraron porcentajes comprendidos entre 28,00 y 55,68, con un valor promedio de 48,85%, reportándose los valores más bajos en los primeros 20 cm.

Cuadro 56. Propiedades físicas del suelo – Sistema de Agricultura Campesina (S.A.C) - Familia Santos de 0 - 20 cms.

Puntos	DA (Mg.m ³)	Ks (cm.h ⁻¹)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25-0,5mm (%)
1	1,15	3,2	28,00	27,7	52
2	1,09	1,28	34,67	21,4,	53
3	1,18	6,2	55,68	22,56	51

Cuadro 57. Propiedades físicas del suelo – Sistema de Agricultura Campesina (S.A.C) - Familia Santos de 20 - 40 cms.

Puntos	DA (Mg.m ³)	Ks (cm.h ⁻¹)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25-0,5mm (%)
1	1,17	8,8	52,10	23,70	57
2	1,14	7,89	52,00	21,40	62

Macroporos (P>15µm (%):

La macroporosidad en el sistema de agricultura campesina de la Familia Santos es muy alta, con valores entre 21,40 a 23,70%, tal como se puede observa en el Cuadro 57.

Estabilidad de Agregados:

En el Cuadro 58 se observa que existen diferencias en las diferentes profundidades en los porcentajes de la estabilidad de agregados (AE). Estadísticamente se encontraron diferencias altamente significativas ($p<0,01$)

Cuadro 58. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable estabilidad de agregados.

Grupos (Duncan)	Media (AE %)	N	Profundidad
A	52	3	20 -40
B	60	1	0 -20

Conductividad Hidráulica (Ks):

Se encontraron los valores mayores de Ks a mayor profundidad, con un promedio de $8,34\text{cm.h}^{-1}$. Dorner y Dorota (2007) señalan que la caracterización de los poros del suelo es fundamental para conocer su capacidad de almacenamiento y conducción de agua en el perfil del suelo.

En general, es un suelo que no presenta limitaciones físicas, sin embargo su alta macroporosidad y conductividad hidráulica saturada hace que sea un suelo con alta susceptibilidad a la pérdida de agua y nutrientes por lixiviación, disminuyendo su capacidad para suplir estos elementos para las plantas, pero a la vez es un suelo con alta capacidad de aireación y suplencia de oxígeno para las plantas, lo cual, en un medio tan ácido como éste, podría ser una de las razones por las cuales estas plantas se han podido desarrollar bien y producir bajo estas condiciones.

IV.1.1.6.3. Variables Químicas:

pH: Se encontraron rangos de pH entre 4,14 y 3,48 en las diferentes profundidades, considerados extremadamente ácidos, como se puede observar en Cuadro 61. Sin embargo la capa superficial presenta valores mayores de pH que las correspondientes a los otros dos sistemas discutidos anteriormente.

% Materia Orgánica:

Se encontraron altos contenidos de materia orgánica desde 6,25 hasta 10,85%, niveles considerados muy altos. Este sistema de producción de café, es el que está más cercano al área de bosque, tomado como suelo de referencia (línea base); el análisis de la varianza mostró diferencias significativas ($p < 0,05$). Stuart (2007), señala que las prácticas tradicionales que son utilizados en estos sistemas son importantes como méritos primarios en la protección de las áreas y que deberían ser reconocidas o declaradas como zonas “buffer”.

El aumento de carbono orgánico del suelo (SOC) es vital en términos de mejorar la calidad física y las propiedades mecánicas del suelo relacionadas con las condiciones para la labranza y el desarrollo de cultivos.

Cuadro 59. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Materia orgánica.

Grupos (Duncan)	Media (MO%)	N	ZONA
A	9.29a	3	0 - 20
B	5.79b	1	20 - 40

P< (0,01) diferencias altamente significativas.

% Nitrógeno Total (%):

En cuanto a los contenidos de nitrógeno se reportaron porcentajes entre 0,21 a 0,51%, considerados altos (Cuadros 59 y 60). Estadísticamente se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), según la prueba de medias de Duncan.

Cuadro 60. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (NT %)	N	Profundidad
A	0,491	3	0 - 20
B	0,293	1	20 - 40

P< (0,05). Las letras diferentes indican que hay diferencias significativas.

Relación Carbono / Nitrógeno:

Se observa en los diferentes puntos muestreados a las diferentes profundidades una relación C/N de 10,46 a 16,22, relación adecuada para una buena respuesta en la actividad de los microorganismos. Quiroz (2005) señala que en la medida que la descomposición de los residuos orgánicos se acelera y se va humificando en esa medida la relación C/N decrece.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC cmol.kg^{-1}):

Se encontraron valores de Capacidad de intercambio Catiónico (CIC) desde 21,00 hasta 27,20 cmol.kg^{-1} , con un promedio de 23,28 cmol.kg^{-1} de suelo; de acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$).

Calcio (Ca^{+2} , cmol.kg^{-1}):

Los contenidos de calcio en este suelo son más altos que en los anteriores, encontrándose desde 1,04 hasta 7,21 cmol.kg^{-1} , en los primeros 20 cm. La variabilidad es muy alta entre puntos de muestreo debido quizás a la alta pedregosidad de los suelos.

Cuadro 61. Variables químicas Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos, profundidad 0 - 20 cms.

Pto	pH	CE	MO (%)	NT (%)	Ca^{+2} (cmol.kg^{-1})	CIC (cmol.kg^{-1})	Al^{+3} (cmol.kg^{-1})	C/N	Fe^{+3} (cmol.kg^{-1})
1	4,14	0,870	9,67	0,483	7,21	27,20	0	11,61	1442
2	3,54	0,62	6,79	0,329	3,51	30,40	0	16,22	396
3	3,89	0,860	9,2	0,210	1,04	22,10	6,2	10,46	578

Cuadro 62. Variables químicas Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos, profundidad 20 - 40 cms.

Pto	pH	CE	MO (%)	NT (%)	Ca^{+2} (cmol.kg^{-1})	CIC (cmol.kg^{-1})	Al^{+3} (cmol.kg^{-1})	C/N	Fe^{+3} (cmol.kg^{-1})
1	3,75	0,180	5,79	0,293	0,21	27,10	0	11,46	384
2	3,48	0,300	6,25	0,273	1,98	21,00	0	13,27	792
3	4,09	0,700	10,85	0,543	6,71	27,40	0	11,65	378

Capacidad de Intercambio Catiónico (cmol.kg⁻¹):

Los valores de CIC oscilaron entre 21,00 hasta 30,40 (cmol.kg⁻¹), similares en las dos profundidades evaluadas; estos son considerados altos.

En estudios realizados por Mendoza, (2007) en suelos ácidos con cultivo de maíz, donde se evaluó el efecto del material de encalado y el abono verde en la corrección de la acidez del suelo, reportaron valores de CIC entre 5,5 a 9,7 (cmol.kg⁻¹), valores bajos porque está ubicado dentro del rango de 5-15 cmol.kg⁻¹.

Cabe destacar que todas las variables químicas en el sistema de agricultura campesina de la Familia Santos, unidad de producción cultivada con Café, (Cuadros 61 y 62) evidencian altos contenidos de materia orgánica encontrándose hasta un 10,85% y valores extremadamente altos de acidez (pH entre 3,48 hasta 4,14). De igual manera, los altos contenidos de nitrógeno hasta 0,54% y las altas concentraciones de hierro (Fe⁺³) que oscilan entre 384 a 1442 cmol.kg⁻¹. Cesco et al., (2000) señalan que la solubilidad del hierro en condiciones aeróbicas y con pH neutros o alcalinos el Fe⁺³ precipitará en forma insoluble, mientras que a pH ácidos y condiciones reductoras la concentración de Fe⁺³ soluble será mayor.

IV.1.1.6.4. Variables Biológicas:

Respiración edáfica (CO₂.g⁻¹suelo.día⁻¹): En los diferentes puntos muestreados se encontró rangos entre 60,58 y 59,56 mcgde CO₂.g⁻¹suelo⁻¹ en 7 días de incubación; no se encontraron diferencias significativas. Nourbakhsh, (2007), encontró diferencias en dos sistemas evaluados uno con bosque natural y el otro con una zona deforestada donde la respiración basal del suelo, el carbono orgánico, la actividad de L-asparaginasa y el nitrógeno potencialmente mineralizable reportaron una disminución de 63, 62, 57 y 61% respectivamente.

V.1.1.7.1. Propiedades químicas del suelo de referencia bajo bosque natural (línea base).

Se seleccionó un sitio de muestreo en una zona no intervenida (bosque natural) cercano a los sitios de estudio, para ser utilizada como referencia al determinar la calidad del suelo en los tres sistemas de producción cultivados. Esta área representa una zona de bosque y se encuentra distante a unos 1,5 Km de los sistemas de agricultura campesina evaluados; en cuanto a los análisis de suelo, se observa altos porcentajes de materia orgánica, con pH extremadamente ácidos (2,86 – 3,03) altos contenidos de nitrógeno 0,455% y valores similares de Fe^{+3} entre 582 y 1611 cmol.kg^{-1}

V.1.1.7.2. Variables Químicas.

En este suelo de referencia solo se pudo tomar las muestras para las determinaciones de las propiedades químicas debido a su alta pedregosidad.

Cuadro 63. Propiedades químicas del suelo de referencia del área de bosque-zona protectora como Línea Base.

Zona de Manejo	Prof (cm)	pH	CE	MO (%)	N (%)	Ca (cmol.kg^{-1})	CIC (cmol.kg^{-1})	Al (cmol.kg^{-1})	C/N	Fe^{+3} (cmol.kg^{-1})
1	0 - 20	2,86	0,410	11,67	0,455	0,50	19,50	0	14,87	582
1	20 - 40	3,03	0,320	6,51	0,273	0,22	20,70	0	13,83	1611

Las variables químicas de suelo evaluadas en la línea Base como se observa en el Cuadro 63, se encontraron altas concentraciones de Fe^{+3} hasta 1611 (cmol.kg^{-1}). Los contenidos de materia orgánica oscilaron entre 6,51 hasta 11,67%. Los altos contenidos de Nitrógeno Total, (0,455%) se observan donde se encontró el mayor contenido de materia orgánica. Suelo también extremadamente ácido.

V.1.1.8.1 Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos de los tres sistemas de agricultura campesina evaluados.

Los resultados muestran un comportamiento similar entre los diferentes Sistemas de Agricultura Campesina estudiados y la Línea Base, en cuanto a las de variables físicas, químicas y biológicas. Los análisis de laboratorio, reportaron valores de pH entre 3 y 4, considerados extremadamente ácidos, reportándose los mayores valores de pH en el S.A.C. de la Familia Santos así como los contenidos de MO. Los contenidos de materia orgánica se oscilaron entre 3 -10 % y las concentraciones de hierro (Fe^{+3}) se encontraron entre 200-1000 mg.g^{-1} . A continuación se muestra un resumen comparativo de los tres sistemas de agricultura campesina evaluados.

Cuadro 64. Propiedades químicas y físicas -Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Familia Lozada – Profundidad (0-20cm).

Zonas de manejo	pH	CE dS/m	MO (%)	NT (%)	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}	Da (Mg.m^{-3})	Ks, (cm.h^{-1})	PT (%)
					(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})			
1	3,75	0,17	8,01	0,17	0,47	0,7	27,08	311,67	-	-	-
2	3,01	0,46	2,01	0,15	0,30	1,79	9,09	189,00	1,40	5,77	55,42
3	3,36	0,57	9,37	0,43	0,64	2,10	12,61	175,33	1,05	23,95	58,17
4	3,55	0,36	8,21	0,26	0,50	4,33	21,27	210,67	1,17	9,12	48,58
5	3,65	0,66	6,93	0,28	1,12	3,13	12,27	187,33	0,85	21,61	62,38
6	3,67	0,77	7,07	0,37	2,07	1,13	11,29	193,67	1,06	6,89	46,69

(-) No se pudo muestrear para evaluar las propiedades físicas de suelo, por el exceso de pedregosidad a esa profundidad.

Cuadro 65. Propiedades físicas y químicas - Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C) Sr. Jesús Portillo. Propiedades químicas y físicas. Profundidad (0-20cm).

Zona de manejo	pH	CE	MO (%)	N (%)	Ca ⁺²	Al ⁺³	C/N	Fe ⁺³	Da	Ks	PT
					(cmol.kg)	(cmol.kg)		(mg.kg)			
1	3,58	0,23	5,68	0,30	2,42	5,85	12,25	365,67	1,25	9,47	55,93
2	3,30	0,48	5,42	0,42	2,21	3,10	13,23	445,00	1,09	2,8	50,80
3	3,30	0,34	5,89	0,51	0,84	3,23	10,28	633,67	1,09	0,93	59,17
4	3,80	0,25	6,20	0,42	0,42	0,00	8,56	430,22	1,12	6,56	51,95
5	3,50	0,45	4,50	0,33	2,04	0,00	10,35	435,00	-	-	-

En los primeros 20 cm en el S.A.C, de la Familia Lozada se encontró los mayores valores de conductividad hidráulica (Ks) y de calcio (Ca⁺²) en la ZM1, área con árboles forestales, además se encontró las mayores concentraciones de Al⁺³ Intercambiable.

En el S.A.C del Sr. Jesús Portillo en la ZM3 área cultivada con café bajo sombra de Teca y Guamo, se encontró los valores más altos de Calcio (Ca⁺²) de Conductividad hidráulica (Ks) y materia orgánica (MO), como se puede observar en el Cuadro 65.

Cuadro 66. Propiedades físicas y químicas - Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Familia Santos. Profundidad (0-20cm).

Pto	pH	CE	MO (%)	NT (%)	Ca ⁺²	Al ⁺³	C/N	Fe ⁺³	Da	Ks	PT
					(cmol.kg ⁻¹)	(cmol.kg ⁻¹)		(cmol.kg ⁻¹)			
1	4,14	0,870	9,67	0,483	7,21	0	11,61	1442	1,15	3,2	28,00
2	3,54	0,62	6,79	0,329	3,51	0	16,22	396	1,09	1,28	34,67
3	3,89	0,860	9,20	0,210	1,04	6,2	10,46	578	1,18	6,2	55,68

En los Cuadros 65, 66 y 67 se puede observar la similaridad de los resultados del laboratorio, donde se observan las diferentes variables químicas y físicas, y se visualiza la importancia de la diversidad biológica y su relación con la capacidad productiva de los suelos en zonas de ladera. Se puede observar que en suelos extremadamente ácidos y en zonas frágiles el manejo del suelo juega un rol importante en garantizar la estabilidad física, química y biológica de los suelos que determinan finalmente su capacidad productiva.

Una de las características observadas, en los diferentes sistemas de agricultura campesina, fue el nivel de pedregosidad, encontrándose en las diferentes zonas de manejo principalmente en la zona de manejo 1 del sistema de agricultura campesina. La presencia de piedras aumenta la tasa de infiltración del agua en el suelo a causa de la expansión y contracción entre las piedras y el suelo, dando como resultado la formación de canales y macroporos. Sin embargo, las piedras reducen la capacidad de almacenamiento y retención del agua de los suelos las cuales disminuyen con el aumento de éstas de manera significativa (Pritchett, 1991; Poesen y Lavee, 1994, citado por Acuña et al., 2001).

VI. 1. Selección de indicadores de calidad física, química y biológica de los suelos.

VI.1.1. Matriz de coeficientes de correlación de Pearson entre las variables de suelo evaluadas.

Para determinar el grado de asociación que existe entre las variables de suelo se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, $r(X,Y)$, a un nivel de confianza de 95 %. En el Cuadro 67 se muestran las variables más significativamente correlacionadas entre si, independientemente del valor de “r” encontrado.

Cabe destacar que dentro de las variables físicas las que mostraron relaciones significativas fueron: agregados estables al agua entre 2 a 4 mm; $AE > 0,25$ mm y $AE < 0,25$ mm, las dos primeras con una correlación positiva con la relación C/N y la

última negativamente con la conductividad hidráulica saturada (Ks). Además la porosidad total con la densidad aparente ($r=-0,47$) y con el contenido de hierro ($r=-0,37$), así como la Da con el contenido de MO ($-0,38$). Dentro de las variables químicas el contenido de Fe^{+3} , de MO, Al^{+3} intercambiable, Ca^{+2} , N y relación C/N fueron las más relevantes. Estas variables serán seleccionadas como indicadores de calidad de suelo.

Cuadro 67. Variables físicas, químicas y biológicas relacionadas significativamente ($p \leq 0,05$). Matriz de correlación de Pearson.

Variables relacionadas significativamente	Coefficiente de correlación (r)
• PT - Da	-0,47
• Da-MO	-0,38
• PT- Fe^{+3}	0,37
• MO- Fe^{+3}	-0,31
• MO-NT	0,31
• AE 2-4 mm – C/N	0,29
• Fe^{+3} - Ca^{+2}	-0,29
• AE>0,25 mm-C/N	0,28
• AE<0,25 mm-Ks	-0,26
• Al^{+3} -NT	0,26
• C- CO_2 -Da	-0,23

VI.1.2. Análisis multivariado: Análisis de componentes principales (ACP)

El ACP es una técnica para reducir la dimensionalidad de un grupo de datos multivariados (Seber, 1984). El ACP, tal como se presenta en el Gráfico 15, muestra que los tres sistemas de producción se ubican en cuadrantes diferentes: 1: Familia Lozada, 2: Sr. Portillo y 3: Familia Santos. El CP2 separa a los sistemas 1 (alta biodiversidad) y 2 (moderada biodiversidad) del sistema 3 que tiene menor biodiversidad (una sola zona de manejo). Se observa que aunque no se presenta una relación evidente de las variables con cada uno de los sistemas, sin embargo en el sistema 1 son las variables % A de la capa 1, AE <0,25 mm y NT, las de mayor peso, mientras que con el sistema 2 son los AE 2-4 mm, la conductividad hidráulica (Ks) y el % Limo. Las concentraciones de Al^{+3} y % MO están mas asociados con el

sistema 3. El CP1, en general, ayuda a explicar el 59 % de la varianza total y el CP2 el 41 %.

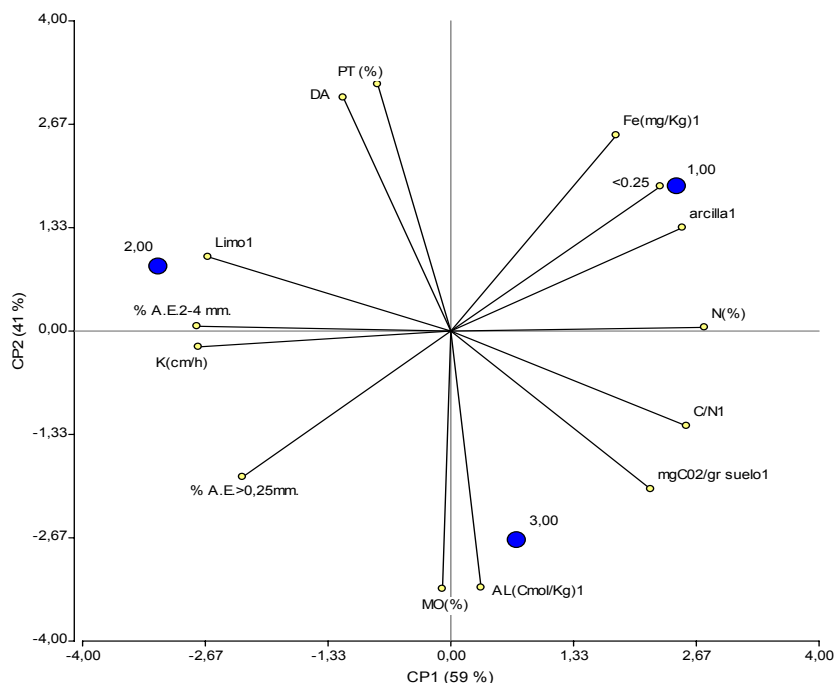


Gráfico 15. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y los tres sistemas de producción (1: Familia Lozada; 2: Sr. Portillo y 3: Familia Santos).

Las correlaciones obtenidas presentan que el CP1 es definido por la mayoría de las variables ($r > 0,75$) excepto % MO, Al^{+3} interc., PT, Da y Fe^{+3} , que están mejor representadas por el CP2.

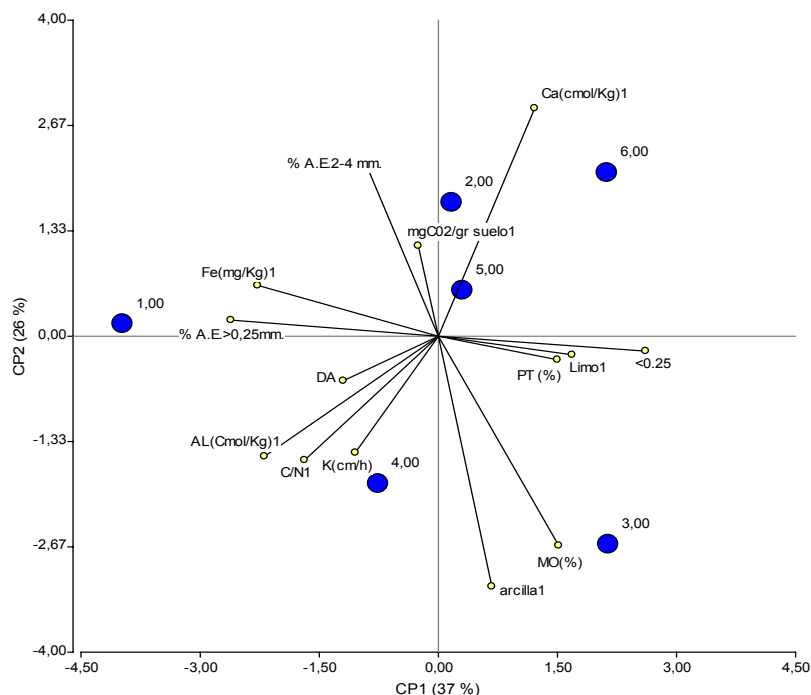


Gráfico 16. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y zonas de manejo (6) del sistema de producción 1: Familia Lozada.

Los primeros tres factores identificados por el ACP explicaron el 78 % de la variabilidad total (Gráfico 16). El primer CP solo explicó el 37 % de la variabilidad, el CP2 el 26 % y el CP3 el 16 %. Las variables medidas: Ca^{+2} , % MO y % A fueron positivamente correlacionadas y contribuyeron al 75 % de la construcción del CP1. En el CP2 los índices estructurales macroagregados estables (AE 2-4 mm; AE > 0,25 mm) y Fe^{+3} correlacionados positivamente, mientras que el Al^{+3} fue negativo. En cuanto a las zonas de manejo son ZM6, ZM3 y ZM1 las que presentan los valores más altos en comparación con ZM4, ZM2 y ZM5.

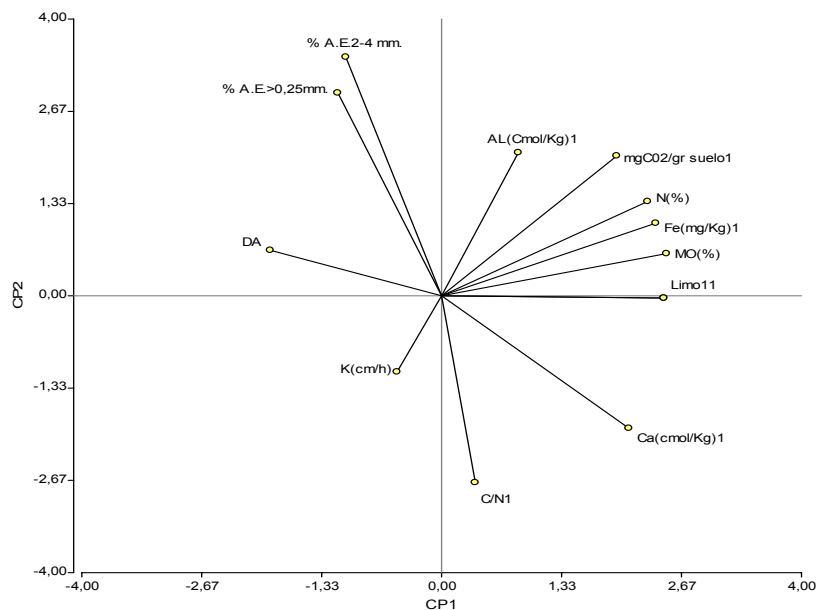


Gráfico 18. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables del sistema de producción 3: Familia Santos

En el Gráfico 18 se pueden observar los resultados del ACP del sistema de producción de la Familia Santos. El CP1 explica el 53 % y el CP2 explica el 23 % de la variabilidad total (77 %). En vista que ésta tiene una sola ZM1, porque tiene establecido solamente el cultivo de café, podemos observar que de todas las variables evaluadas para el CP1 son Ca^{+2} , C/N1, y mgCO_2 seguidas de Fe^{+3} , %MO y NT correlacionadas positivamente, mientras que %AE2-4 mm y %AE>0,25 mm correlacionaron positivamente según el CP2.

En general, resaltan como variables relevantes seleccionadas como indicadores de calidad del suelo, para los tres sistemas de producción: Físicos: AE 2-4 mm, AE>0,25 mm, %A, Da y Ks; Químicos: %MO, contenido de Fe^{+3} , Ca^{+2} intercambiable, C/N, NT y Al^{+3} intercambiable y Biológicos: mcgC-CO_2 , destacando como indicadores de mayor peso comunes a los tres sistemas de producción, el contenido de MO y de Fe^{+3} y los macroagregados estables al agua (AE 2-4 mm y AE>0,25 mm)

VII.1. Relación entre los índices de Biodiversidad (IB) y de Intensidad de Uso del suelo (IU) con los indicadores relevantes de calidad del suelo

En el Cuadro 68 se muestran las principales ecuaciones de regresión, así como sus coeficientes de determinación (R^2), que relacionan los Índices de Biodiversidad y de Intensidad de Uso determinados y diferentes variables de suelo independientes, resaltando los menores ajustes en las ecuaciones con el Índice de Biodiversidad (ÍB) que con el Índice de Intensidad de Uso (IU), sin embargo el $Al_{interc.}$ y la relación C/N son comunes en su mayor correlación con los dos índices (IB e IU); el Fe y el Ca también juegan un rol muy importante en su relación con la intensidad de uso del suelo. Esto se asocia coincide con los indicadores utilizados por el agricultor en relación al color en cada zona de manejo: rojo del suelo o al color oscuro, para definir las plantas que puede sembrar y asociar.

Cuadro 68. Ecuaciones de regresión simple que relacionan el Índice de Biodiversidad (a) y el Índice de Intensidad de Uso del suelo (b), variable dependiente “y”, con los indicadores relevantes de calidad del suelo (variable independiente “X”).

a) Índice de Biodiversidad (y)	Ecuaciones de regresión	R^2
➤ $Al_{interc.}$	$Y=0,0358X^{-0,9178}$	0,50
➤ C/N	$Y=0,0024X-0,0131$	0,46
➤ NT	$Y=-0,0351\ln(X)-0,0236$	0,29
b) Índice de Intensidad de Uso (y)		
➤ $Al_{interc.}$	$Y=0,1218X+0,0847$	0,80
➤ C/N	$Y=1,0771e^{-0,0794x}$	0,79
➤ Fe^{+3}	$Y=2,8635e^{-0,0101x}$	0,79
➤ $Ca_{interc.}$	$Y=0,2364X+0,1741$	0,72
➤ NT	$Y=0,2738\ln(X)+0,7629$	0,41

En el Cuadro 69 se cierra la integración de los indicadores técnicos encontrados en los sistemas de agricultura campesina evaluados, a su vez se asocian a los indicadores locales relevantes emitidos por los productores (as), generando una complementariedad del conocimiento empírico y conocimiento científico.

VIII.1. Integración de ambos tipos de indicadores generados con base al conocimiento local tradicional y al conocimiento científico, resaltando el intercambio de saberes.

Cuadro 69. Integración del conocimiento local tradicional de los productores (as) y del conocimiento científico de los sistemas de agricultura campesina evaluados en el Sector La Chapa – Estado Trujillo.

SAC- FAMILIA LOZADA	ZONAS DE MANEJO	INDICADOR LOCAL	Fe ⁺³ cmol.kg ⁻¹	% MO	PTotal (%)	CIC cmol.kg ⁻¹
	2	"Tierra roja con cascajo"	481,00	2,01	52,98	12,5
	4	"Tierra negra"		6,54		22,0
	5	"Tierra negra + profunda es roja"	485,86	5,66		
	6	"Tierra oscura y roja con abono"		6,19		
SAC- SR. JESUS PORTILLO	5	"Tierra pedregosa"			60,29	
	2	"Tierra negra con lajitas"		6,32	54,30	20,5
	1	"Tierra roja con piedras"	383,49		50,72	

Como se puede observar en el (Cuadro 69) al integrar el conocimiento local correlacionamos la percepción del productor con la evaluación de los análisis de laboratorio y encontramos una estrecha relación de los indicadores locales de ciertos atributos de suelo, cuando clasifica en una de zona de manejo como **"Tierra negra con lajitas"** como un suelo bueno para el cultivo de café cuando hay presencia de "Lajitas", término asociado a un cierto nivel de fertilidad en el suelo; este atributo no es fácil determinarlo en el laboratorio, porque hace referencia a un material rocoso con un cierto nivel de meteorización, esta "codificación" que da el productor no es demostrable en el laboratorio, sin embargo este conocimiento debe ser apropiado y debe valorizarse como un aporte al conocimiento científico.

De igual manera cuando el productor clasifica “Tierra roja y cascajo” en el laboratorio se valida porque se encontraron altos contenidos de Fe^{+3} ($481 \text{ cmol. kg}^{-1}$) en las diferentes profundidades evaluadas, y cuando señala que es el peor suelo de toda su parcela; coincidimos con los resultados del laboratorio porque se encontró los porcentajes de materia orgánica y de CIC con valores más bajos (2,01%) y los de capacidad de intercambio catiónico ($12,5 \text{ cmol.kg}^{-1}$), a su vez un material rocoso altamente frágil llamado “suelo con cascajo” nos indica un suelo altamente meteorizado. Este mismo productor a través de su experiencia en el campo encontró una especie “Canéfora” de café de hoja ancha que se adaptó muy bien en estas condiciones de suelo donde el productor manifestaba *“de broma se daba la yuca y el helecho”*.

La complementariedad del conocimiento empírico nos permite conocer la importancia del saber local, donde existen indicadores locales relevantes que permiten diferenciar, generando una clasificación con sus propios códigos que deben revalorizados por los técnicos e investigadores de cualquier proyecto de desarrollo agrícola, como se evidencia en los resultados encontrados.

IX. CONCLUSIONES

Los Sistemas de Agricultura Campesina establecidos en la Chapa se caracterizan por su alta biodiversidad, que provee de alimentos a las familias rurales, generando su sostenibilidad. La mayor biodiversidad se encontró en el S.A.C de la Familia Lozada, seguido del S.A.C del Sr. Jesús Portillo.

Se generó un inventario de todas las plantas cultivadas en los diferentes sistemas de producción. En el S.A.C de la Familia Lozada se encontró un total de 3.058 plantas cultivadas con 55 especies botánicas, seguido del S.A.C del Sr. Portillo con un total de 1.050 plantas en 28 especies con una biodiversidad moderada y por último el del Sr. Santos con muy baja biodiversidad.

Según el índice de biodiversidad utilizado, el S.A.C de la familia Lozada presentó los valores más altos de biodiversidad. La intensidad de uso del suelo fue tres veces mayor (0,979) en el S.A.C de la familia Lozada que en el del Sr. Portillo (0,312) y en el del Sr. Santos.

La diversidad biológica establecida en los Sistemas de Agricultura Campesina, le permiten mantener un ciclaje permanente de nutrientes en el suelo, generando condiciones apropiadas para el desarrollo de las plantas y la conservación y calidad del suelo.

Por otra parte se valida el conocimiento local, de los productores (as) que tienen en el manejo del uso del suelo y la clasificación local del suelo de los sistemas de agricultura campesina. Existe un conocimiento empírico en cuanto a los atributos de cada sistema de agricultura campesina (S.A.C), asociado a la variable suelo. De igual manera se valida la complementariedad de saberes de los agricultores/agricultoras con el conocimiento técnico-científico y con los análisis de diagnóstico del laboratorio.

En lo que respecta al S.A.C de la familia Lozada ellos clasificaron seis (6) tipos de suelos en su unidad de producción y el productor Jesús Portillo clasificó cinco (5) tipos de suelo, generando cada uno de ellos mapas de clasificación local de los suelos. Estos productores consideraron atributos de diagnóstico tales como: nivel de pedregosidad, tipo de meteorización, color de los suelos y vegetación. Hubo coincidencia al clasificar la ZM2, en el caso del SAC – Familia Lozada, como la zona que tiene los peores suelos, coincidiendo con lo obtenido en los análisis de laboratorio: son los suelos más infértiles ya que reportaron el valor menor de pH (2,4) con los porcentajes más bajos de materia orgánica (2,01%) y con la mayor densidad aparente ($1,44 \text{ Mg.m}^{-3}$); sin embargo estaba cultivado con café de la especie *Canéfora* adaptado a suelos extremadamente ácidos. El criterio de adaptabilidad de las especies a condiciones de suelos marginales es fundamental al momento de clasificar y establecer prioridades de investigación o planes de desarrollo en el país.

En efecto, existen Indicadores locales de características o atributos relevantes de los suelos. La clasificación de suelos generada por el agricultor y los indicadores utilizados por él se complementan muy bien con los indicadores que resultaron relevantes producto de esta investigación científica, destacando que los del agricultor son más complejos e integradores, e implican varios procesos biofísicos, que se complementan y son explicados a través de un gran número de indicadores generados científicamente.

Los tres sistemas evaluados fueron muy similares en cuanto a las propiedades químicas del suelo de referencia bajo bosque natural (Línea Base). Esto nos indica que estos suelos tienen propiedades edáficas similares a un sistema de bosque. El sistema de producción de la Familia Santos (3) que es cultivado solamente con café fue el más parecido al de la Línea; se consideró por ser un cultivo dominante y tradicional en la zona y por ser un cultivo protector de los suelos como se evidencia por observaciones directas a nivel de campo como por los resultados de los análisis del laboratorio.

En relación a los análisis de suelos en los diferentes SAC y zonas de manejo reportan valores altos de materia orgánica (4,5 hasta 9,6%). Se encontraron altos contenidos de nitrógeno (0,26 hasta 0,51%). Los altos contenidos de materia orgánica se reflejaron en valores adecuados de Da, Ks, macroporosidad y macroagregados estables al agua y, en general, buena calidad física del suelo.

Desde el punto de vista de su calidad química, son suelos extremadamente ácidos, con pH entre 3 a 4, y altos contenidos de hierro entre 175 a 1442 mg.kg Fe^{+3} y Al^{+3} intercambiable.

Las variables que resultaron relevantes, seleccionadas como indicadores de calidad del suelo, para los tres sistemas de producción, fueron: Físicos: AE 2-4 mm, AE>0,25 mm, %A, Da y Ks; Químicos: %MO, contenido de Fe^{+3} , Ca^{+2} intercambiable, C/N, NT y Al^{+3} intercambiable y Biológicos: C-CO₂. Estas variables evaluadas en el laboratorio resultaron indicadores de la calidad de suelos de los sistemas de agricultura campesina.

En cuanto a las mejores relaciones del Índice de Biodiversidad fueron con las variables Al^{+3} intercambiable, relación C/N y N total ($R^2=0,50$; 0,46 y 0,29), mientras que con el Índice de Intensidad de Uso del Suelo fueron Al^{+3} intercambiable, relación C/N, Fe^{+3} , Ca^{+2} intercambiable y N total ($R^2= 0,80$, 0,79, 0,79, 0,72 y 0,41 respectivamente).

Un aspecto a resaltar es que los sistemas de agricultura campesina diversificados no sólo protegen al suelo frente a procesos de degradación sino que mejoraron sus propiedades físicas; químicas y biológicas, aumentando significativamente el grado de correlación entre ellos.

Finalmente considero que este trabajo abre un camino hacia la investigación de estos tipos de sistemas de producción que aportan a la sostenibilidad en diferentes regiones de Venezuela, cuya naturaleza multifuncional es clave en la conservación de suelos y agua y especialmente en estos suelos frágiles del estado Trujillo.

Este trabajo genera una innovación en Venezuela, porque los sistemas tradicionales diversificados han sido poco evaluados y los resultados de laboratorio generaron indicadores de calidad de suelo en zonas de ladera y suelos frágiles bajo estos sistemas tradicionales de agricultura campesina, cuya interpretación debe ir complementado con el conocimiento local tradicional de los agricultores, así como los criterios e indicadores por ellos utilizados para ubicar sus cultivos asociados en los suelos correspondientes denominados aquí zonas de manejo.

X. RECOMENDACIONES.

- Estos trabajos de sistemas de agricultura campesina deben generar diferentes líneas de investigación, integrando aspectos sociales, tecnológicos, económicos y ambientales que se traduzcan en propuestas alternativas para mejorar la productividad y sostenibilidad de estos sistemas.
- La actividad microbiana del suelo debe evaluarse para conocer los microorganismos que están actuando bajo estas condiciones de acidez tan extremas.

XI. REVISION DE LITERATURA

- Alvear, M., Urra C, Huaquilao R, Astorga M, Reyes F (2007). **Actividades biológicas y estabilidad de agregados en un suelo del bosque templado chileno bajo dos etapas sucesionales y cambios estacionales**. R.C.Suelo Nutr. Veg. 7 (3): 38-50.
- Acuña, O., Peña, W., Serrano, E., Pocasangre, L., Rosales, F., Delgado E., Trejos, J., Segura, A. (2006). **La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. IVII Reunión Internacional de la Asociación y Cooperaciones de Pesquisas sobre el Banano en el Caribe y América Tropical**. Universidad de Costa Rica - San José: 222-233p.
- Ahmad, H y Furtado, J (1980). Social and cultural aspect of home gardens. Tropical ecology and development. Malasia: 16-21p
- Alves, A y Marques, J (2005). **Etnopedología: Una nova disciplina? Tópicos em ciencia do solo**. 4: 321-344.
- Albrecht, A and Kandji, S. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. Agriculture, Ecosystems & Environment. 99: 15-27.
- Allievi, A (2000). **Los sistemas de conocimiento local referidos al suelo en tres sectores de la región de Monay**. Trabajo presentado para ascender a la categoría de Asociado. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Universidad de los Andes Trujillo. 82p.
- Albornoz, J (1998). **Estudios semidetallados de suelos y aguas de la Cuenca Alta y Media del río Castán**. M.A.R.N.R. Trujillo. 80p.
- Andrade, L., Castro M y González, C (1998). **Una clasificación empírica y rural de suelos como referencia para la conservación de los recursos naturales en el norte de Tamaulipas**. Agriculture, Ecosystems & Environment. 69: 10-17.
- Altieri, M (1996). **Conocimiento indígena revalorado en la agricultura de los Andes**. Boletín de ILEIA. 2p.
- Altieri, M (1995). **Traditional agriculture**. Agroecology: the science of sustainable. Usa 107 – 144p.
- Altieri, M. (1987). **The significance of diversity in the maintenance of the sustainability of traditional agroecosystems**. ILEIA. 3: 3 – 7.
- Altieri, M y Nicholls, C (2004). **Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico**. Foro. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. No. 73. p. 8 -20.

- Altieri, M y Nicholls, C (1998). **Sistema agroecológico rápido de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café**. Universidad de California. Berkeley. 15p.
- Avilan, J y Eder, H (1986). **Sistemas y regiones agrícolas de Venezuela**. Fundación Polar – Ministerio de Agricultura y Tierras. 125p.
- Barrios, E. y Trejo M.T. (2003). **Implications of local soil knowledge for integrated soil fertility management in Latin America**. Geoderma 111: 217-231.
- Barrera, N., Bassols, J y Zinck, A (2000). **Ethnopedology In Worrlldwide Perspective**. An annotated bibliography. Netherlands. 320p.
- Berroteran, L y Zinch, A (2000). **Indicadores de la sostenibilidad agrícola nacional cerealera. Caso de estudio: Venezuela**. Revista Facultad de Agronomía (Luz). 17: 139 – 155.
- Bhat, Kesava, Bracho, F y Freitas, C (1998). **La vuelta al Conuco Producción Naturista para un mundo en Crisis**. 2da Edición. Caracas- Venezuela. 280p.
- Cabaneiro, A Fernández I. Pérez, L., and Carballas, T (2008). **Soil CO₂ Emissions from Northern Andean Páramo Ecosystems: Effects of Fallow Agriculture**. Environment. Science Technology 42 (5): 1408–1415.
- Cabria, F., Calandroni, M y Monterubbianesi (2002). **Tamaño y estabilidad de agregados y su relación con la conductividad hidráulica saturada en suelos bajo labranza convencional y praderas**. Ciencia del suelo. 20 (2): 69- 80.
- Cajuste, L (1991). **Procedimiento para la cartografía digital de clases de tierras campesinas mediante sensores remotos**. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgrados. Montecillos, México. 95p.
- Calderón, G (1983). **Caracterización y utilidad de la clasificación campesina de suelos en dos zonas chinamperas del Valle de México**. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Montecillos. Mexico. 178p.
- Cantú, M., Becker, A., Bedano, J y Shiavo, H (2007). **Evaluación de la calidad de suelos mediante indicadores e índices**. Ciencia del Suelo. 25 (2). Buenos Aires- Argentina.
- Carrillo, Teolinda y Moreno, Glenda (2007), **Importancia de las plantas medicinales en el autocuidado de la salud en tres caseríos de Santa Ana Trujillo**, Departamento de Biología y Química. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de los Andes – Venezuela. 48 (2): 21-28
- Carrasco, J. (1973). **Química Agrícola I Suelos y Fertilizantes**. Editorial Alambra. Madrid. 472 p.

- Cesco, S., Romheld, V. M., Varanini, Z., Pinton, R. (2000). **Solubilization of iron by Water extractable humic substances. Plan. Nutr. Soil. Sci. 163:285-290.**
- Copijn, A. (1985). **Bio – Ecological. Soil Regeneration Methods.** Agriculture Man Ecology. Foundation Groenekanseweg. The Netherlands. 25p.
- Cuevas, J., Corner, J. y Ellies A. (2004). **Elementos de física y mecánica para evaluar la sustentabilidad de suelos agrícolas.** Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal. 4: 1-13.
- Chaves, A. (2005). **Conhecimento Local e uso do solo uma Abordagem etnopedológica.** Interciencia. 30: 524- 528.
- Dalurzo H., Toledo, D. y Vázquez, S. (2005). **Estimación de parámetros químicos y biológicos en oxisoles con uso cítrico.** 23(2):159 -165p
- De Natale A., Pollio A. 2007. **Plants species in the Folk Medicine of Montecorvino Rovella** (inlan Campania, Italy). J. of Ethnopharm. 109: 295-303.
- Dorner, J. y Dorota, D. (2007). **La permeabilidad del aire y conductividad hidráulica saturada como herramienta para la caracterización funcional de los poros del suelo.** R.C. Suelo Nutrición Vegetal. 7(2): 1-13
- Espinoza, Y., Lozano Z. y Velásquez, L. (2007). **Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo.** Interciencia. 32: 1- 12.
- FAO, (1993). **La Diversidad de la naturaleza: Un Patrimonio Valioso.** Día Mundial de la Alimentación. 25p.
- Fernández, N. y Piñero, G. (2008). **La Caracterización de la heterogeneidad espacial de los ecosistemas: El uso de atributos funcionales derivados de datos espectrales.** Ecosistemas. 17: (3):1-12p.
- Florentino, A. (1998). **Guía para la evaluación de la degradación del suelo y de la sostenibilidad del uso de la Tierra: Selección de Indicadores Físicos. Valores Críticos.** Facultad de Agronomía. UCV. 12p.
- Gerritsen, P. (2000). **Indigenous Knowledge and Development Monitor, A farmer's perspective on biodiversity from Western Mexico.** 8: 1-6.
- Geilfus, F. (2000). **80 Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico-planificación y monitoreo.** IICA. El Salvador. 205p.
- Giuseppe, A. (2005). **Conhecimento local e uso do solo: Uma Abordagem etnopedologica.** Interciencia. 30 (9): 524- 528.

- Goberna, E (2003). **"Microbial biomass, activity and community structure in semi-arid mediterranean forest soils. A case study in Crevillent mounain range"**. Centro de Investigación sobre Desertificación. Tesis de Doctorado. Universidad de Valencia. España. 150p.
- Godoy, P (2002). **Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de compost en la Facultad de Agronomía**. Universidad Central de Venezuela. 76p.
- González, F (1993). **Algunas reflexiones alrededor de los conceptos: Ecosistema, Cultura y Desarrollo Sostenible**. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo. IDEADE. Universidad Javeriana. Ambiente y Desarrollo. 1: 17-43.
- Glaser, B y Strauss, A. (1967). **Strategies for Qualitative Reserarch**. Universidad de California. San Francisco EEUU. 265p.
- Greiner, R., Patterson, L., Millar, O (2009). **Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers**. Agricultural Systems. 99:86-104.
- Gliessman, S, (2002). **Procesos ecológicos en una agricultura sostenible**. CATIE, Turrialba, C.R. Costa Rica. 358p.
- Gliessman, S., Garcia, E., y Amador, A (1981). **The ecological basis for the application of tradicional agricultural tecnology in the management of tropical agroecosystems**. Agro- Ecosystems: 173 – 185.
- Harada, Y and Inoko, A (1980). **The measurement of the cation-exchange capacity of composts for the estimation of the degree of maturity**. Soil Sci. Plant Nutr. 26: 127-134 .
- Harrington, L (1992). **Measuring Sustainability: Issues and Alternatives**. Journal for Farmin Systems Research – Extension. 3: 1-17.
- Hernández, I., Medina, E., López, D. (2004). **Respiración edáfica y aportes de materia orgánica por las raíces y la hojarasca en un cultivo de caña de azúcar**. Agronomía Tropical. 45 (1): 121-142.
- Ibáñez M y García, A, (2002). **Diversidad: Biodiversidad Edáfica y Geodiversidad**. Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC - Madrid. Edafología. Vol. 9 (3): 329-385.
- Infostat, (2002). **InfoStat versión 1.1**. Grupo InfoStat. Fac. Cs. Agr. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jackson L, Pascual, U and Hodgkin T. (2007). **Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes**. Agriculture Ecosystems Environment. 30: 0 – 15.

- Jensen, M (1993). **Soil condtions, vegetación structure biomass of a Javanese homegarden**. Agroforestry Systems 24: 203 -213.
- Karl, M y Restrepo, J (1997). **Conservación de suelos y aguas en la zona Andina. “Hacia el desarrollo de un concepto integral**. CIAST- Colombia. 120p.
- Karlen, DL; MJ Mausbach; JW Doran; RC Cline; RF Harris & GE Schuman. (1997) Soil Quality; concept, rationale and Research Needs. *Soil Science Society of America*, Committee.
- Kolawole, O. (2001). **Local Knowledge utilization and sustainable rural development in the 21 st century**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 9: 13 – 15.
- Lefroy, R. D. B.; Bechstedt, H.D.; Rais, M. (2000). **Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand**. Agriculture, Ecosystems and Environment 81: 137-146.
- Lobartini, J y Orioli, G (1988). Absorption of iron humate in nutriente solutions by plants. *Plan Soil*. 106: 153-157
- London, M (1998). **Biodiversity conservation and indigenous Knowledge**: rethinking the role of antropology. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 6: 13 - 15.
- Lox, R. (1998). **Introducción a los Huertos Caseros Tradicionales Tropicales**. Modulo de enseñanza Agroforestal. No 3. CATIE. GTZ.
- Lox, R. (2001). **A better undertanding of tradicional homegardens through the use of locally defined management zones**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 9: 14 – 19.
- Mairura, F.,Mugendi, D., Ramisch, J.,Mbugua, P y Chianu, J (2007). **Integrating scientific and farmers evaluation of soil quality indicators in Central Kenya**. Geoderma. 139: 134 – 143.
- Mausbach,M y Tugel, A (1997). **Soil Quality** - A Multitude of Approaches. Symposium. California Soil Quality: From critical reserch to sustainable management. California. 10p.
- Matus, F., Lusk, C., Maire, C. (2008). **Effects of soil texture, C input rates and litter quality on free organic matter and N mineralization in Chilean rain forest and agricultural soils**. Comm. Plant and Soil Analysis. *In press*.
- Méndez, P. (2006) **Los conceptos de seguridad alimentaria y soberanía alimentaria dentro la concepción de Desarrollo del PND**. 186-196. www.soberaniaalimentaria.com/.../MendezSoberianiaAlimentaria.

- Méndez, V., Lox, R. y Somarriba, E. (2001). **Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro – zonation, plant use and socioeconomic importance.** Agroforestry Systems. 51: 85 – 96.
- Mendoza, S (2007). **Los suelos ácidos en la producción agrícola de la región Frailesca Chiapas- México.** I Seminario de Cooperación y desarrollo en espacios rurales Iberoamericanos, Sostenibilidad e Indicadores. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Montgomery, D (1991). **Diseño y Análisis de Experimentos.** Grupo Editorial Iberoamerica. México. 589p.
- Moreno, J., Guibertau, A., Lopez, P (1993). **La materia orgánica en los sistemas agrícolas manejo y utilización.** Instituto Nacional de la Reforma y Desarrollo Agrario, Madrid, 43p.
- Murage, W.E., Naranja, K.N., Smithson, C.P., Wooner, P.L. 2000. **Diagnostic indicators of soil quality in productive and no-productive smallholder's fields of Kenya's Central Highlands.** Agriculture, Ecosystems and Environments 79:1-8.
- Nourbakhsh, F (2008). **Decoupling of soil biological properties by deforestation.** Agriculture Ecosystems & Environment. 12: 435 – 438.
- Oades, J (1984). **Soil organic matter and structural stability mechanism and implications for management.** Plant and Soil. 76: 319-337.
- Ottaviani, O., Ji Li and Pastore, G (2003). **A multidimensional approach to understanding agro-ecosystems.** A case study in Hubei Province, China. Agricultural Systems. 76: 207 - 225.
- Parr, J., Papendick, R., Hornick, S. y Meyer, R. (1992). **Soil quality: attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture.** American J. of Alternative Agriculture 7: 5-11.
- Pérez, M y Read, D (2004). **Los hongos ectomicorrízicos lazos vivos que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza.** Interciencia. 29 (2):239-247.
- Pérez, T., Infante, J y Gámez, J (2003). **Conociendo el sistema de producción Conuco en el Estado Trujillo.** Seminario presentado en la Cátedra Libre Unir. Núcleo Rafael Rangel – ULA.
- PLA, I. 1983. **Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en ambientes tropicales.** Revista de la Facultad de Agronomía, UCV. Alcance No. 32. 91 p.

- Quiroz, C (1990). **El Método de la Teoría Fundamentada en los Datos (TFD)** Material Utilizado en el Seminario: "La Investigación Interpretativa: el potencial de su uso en el enfoque de investigación de Sistemas Agropecuarios y Extensión. FONAIAP – Lara. 28p.
- Quiroz, C. (1996). **Local Konowledge systems contribute to sustainable development.** Indigenous Knowledge and Development Monitor. 4: 3-5.
- Quiroz, C., Pérez, T., Rodríguez, D., Infante, J y Gamez, J. (2001). **Contribución de Huertos Familiares (Conucos) a la Conservación in situ de Recursos Fitogénéticos en Sistemas Agrícolas. Componente Venezuela.** ULA – NURR. Trujillo.
- Quiroz, J (2005). **Comparación del Poro (Erythrina berteroana) y Madero Negro (Gliricidia sepium) en un Sistema Silvopastoril con Brachiaria brizantha, con una Asociación de Brachiaria brizantha y Arachis pintoi. II. Actividad Microbiana y Distribución Espacial de Lombrices.** Escuela Centroamericana de Ganadería. Costa Rica. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/esquivel.htm>.
- Rodríguez B., España M., y Cabrera E (2004). **Propiedades químico- estructurales de la materia orgánica del suelo en un agro sistema de los llanos centrales venezolanos bajo diferentes prácticas de manejo.** Interciencia 29 (8): 1-7.
- Rodríguez, O (1995). **Guía de conservación de suelos.** Facultad de Agronomía. Maracay –UCV. 8p.
- Ruiz, O (2004). **Actividades microbiológicas y biomasa en agregados de dos suelos del estado Guárico manejados con diferentes tipos de cobertura.** Trabajo de grado presentado para obtener el título de Magíster Scientiarum en Ciencia del suelo. Facultad de Agronomía – UCV.151p.
- Ryder, R (2002). **Local soil knowledge and site suitability evaluation in the Dominican Republic.** Departamento of Earth Sciences, University of Alabama, Mobile, AL 36688, USA.
- Seber, G. 1984. **Multivariate observations.** John Wiley & Sons, New York, USA.
- Senez, J. (1976). **Microbiología de Suelos.** Madrid. España. 25p. 404p.
- Seybold, C., Mausbach, D., Karlen, D y Rogers, H (1997). **Quantification of Soil Quality.** 387 – 397p.
- Silverio, M y Semprun, M (1991). **Proyecto de Conservación de Suelos y Aguas. Microcuenca Quebrada Agua Clara Sub Cuenca Río Castán .** Ministerio del Ambiente. Trujillo. 80p

- Singer, M y Ewing, S (2000). **Soil Quality**. Handbook of Soil Science. M.e. Summer (ed). University of California. CRC Press. Boca Ratón, Fl. 271-298p
- Singh, V (1996). **La diversidad en la agricultura de Montaña**. Boletín de ILEIA. 16 – 17pp.
- Soemarwoto, O (1995). **Homegardens: a traditional agroforestry system with a promising future**. Agroforestry: A decade of development. 5: 158 – 170.
- Subedi, K (1996). **In – situ manuring: a traditional way to maintain soil fertility**. ILEIA. Newsletter 12 (1): 19.
- Shackeroff, J. y Campbell. L. (2007). **Traditional Ecological Knowledge in Conservation Research: Problems and Prospects for their Constructive Engagement**. Conservation and Society 5(3): 343–360.
- Stoian, D (2005). **Métodos cualitativos para la investigación y acción participativa**. Curso. CATIE-CeCoEco. Costa Rica.
- Stuart, H (2007). **Traditional agricultural landscapes as protected areas in international law and policy**. Agriculture Ecosystems and Environment. 30:1 – 12p.
- Studley, J (1998). **Dominant Knowledge systems and local Knowledge**. [http: // www.mtnforum / index.html.org / mtnforum / index.html](http://www.mtnforum/index.html.org/mtnforum/index.html).
- Swarf, R., Raskin, P y Robinson, J (2004). **The problem of the future: sustainability science and scenario analysis**. Global Environmental change. 14:137 – 146.
- Tittonell, P., Vanlauwe, B., Leffelaar, P., Rowe, E y Giller, E (2005). **Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farm in western Kenya. Heterogeneity at region and farm scale**. Agriculture Ecosystems & Environment. 110: 149-165.
- Torres, D (2005). **Evaluación de la infiltración, escorrentía y disponibilidad del nitrógeno como índice de calidad de suelo en un ultisol degradado sometido a prácticas conservacionistas**. Trabajo de grado para optar al título de Maestría. Instituto de Edafología - UCV. Maracay. 125p.
- Torres, D., Rodríguez, N., Yendis H., Florentino, A y Zamora, F (2006). **Cambios en Algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el sector el Cebollal, Estado Falcón**. Biagro. 18 (2): 123-128.
- Toledo, VM (2000). **Indigenous Knowledge of soils an ethnoecological conceptualization**. International Institute for Geo-Information and Earth Observation. ITC. 77: 1-9

- Thompson, L y Troeh, F (2002). **Soils and Fertility**. McGraw- Hill. 4ta Edition. New York. USA. 331p.
- Trasar, M., Leiros, M., Gil, F (2000). **Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters**. Soil Biology & Biochemistry 32: 747-755.
- UCV (1993). **Métodos de análisis de suelos y plantas**. Cuadernos Agronomía – Instituto de Edafología. Maracay. Aragua -Venezuela. 89p
- Volke, V., Sepulveda, I (1987). **Agricultura de Subsistencia y Desarrollo Rural**. Editorial Trillas. México. 159p.
- Warren, M (1995). **El Uso del Conocimiento Local en el Desarrollo Agropecuario**. Studies in Technology and Social Change. No. 24. Iowa. U.S.A. 127p.
- Worm, B y Duffy, E (2003). **Biodiversity, productivity and stability in real food webs**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 6: 3-5.
- Zinch, A (2005). **Etnopedology: a worldwide perspective**. America. 374p
- Zweifel, H (2005). **Biodiversity and the appropriation of Women Knowledge**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 8: 6-9.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de los sistemas de producción tiende a generar un equilibrio en los agroecosistemas. La búsqueda de sistemas diversificados autosostenibles, de bajos insumos y eficientes en el uso de la energía, representa actualmente un punto de gran interés para el mundo de los investigadores, agricultores y planificadores (Altieri, 1995).

Estos sistemas diversificados engloban técnicas, culturas y tradiciones que permiten la distribución equitativa del espacio para el desarrollo agrícola productivo y sostenible. Lox, (2001) señala que los huertos tropicales tradicionales son el resultado de relaciones complejas entre los humanos y los componentes agroecológicos. La gran diversidad y complejidad que distinguen al huerto casero tropical de los demás sistemas agroforestales que induce a que muchos autores consideren que un huerto bien desarrollado se asemeja al ecosistema del bosque tropical natural. En cuanto a la comprensión y la promoción de los huertos tropicales tradicionales, las zonas de manejo pueden tomar formas diferentes y permiten zonificar esos huertos tropicales que pueden ser permanentes, temporales o cíclicos, y, a la vez, pueden incluir diferentes áreas de gestión, y adoptar diferentes niveles de estratificación que le permiten incluir el uso del espacio a nivel del suelo o por encima y dentro de uno o múltiples estratos.

La producción en los sistemas de agricultura campesina diversificado se encuentran localizados en el piso altitudinal medio del estado Trujillo; estos sistemas de producción están dirigidos, en primera instancia, al autoabastecimiento y en segundo término al intercambio y venta del excedente, que buscan alcanzar el empleo permanente de la familia. Para comprender mejor todos los procesos e interrelaciones que se dan en estos sistemas de producción con policultivos se hace necesario definirlos. Este sistema de producción campesina tradicional comprende todos aquellos sistemas donde se producen diversos cultivos en superficies pequeñas que utilizan la mano de obra familiar y donde la producción, en su mayoría, es para autoconsumo. Además, este sistema de producción se basa en el principio de la agricultura agroecológica como lo señala Altieri (1995), donde hace referencia a que la agricultura agroecológica está ligada fundamentalmente al desarrollo rural; ambos conceptos están combinados como

estrategia para las generaciones futuras y la preservación del medio ambiente. Adicionalmente, es importante mencionar que la agricultura campesina diversificada se sustenta en principios agroecológicos que le confieren elementos básicos para impulsar una agricultura con característica de sostenibilidad (Kolawole, 2001).

Un aspecto relevante de los sistemas de cultivos tradicionales es su grado de diversidad de plantas, generalmente en forma de policultivos o modelos agroforestales.

En síntesis, los sistemas de agricultura campesina se caracterizan por la diversidad de cultivos y variedades mezcladas en el tiempo y el espacio y permiten a familias rurales lograr maximizar la seguridad de la cosecha en condiciones donde predominan los bajos niveles de tecnología y un mínimo impacto ambiental. En muchas áreas, los agricultores tradicionales han desarrollado y/o heredado sistemas de cultivos complejos, adaptados a las condiciones de suelos locales, ayudándolos a manejarse de manera sustentable en ambientes austeros y a satisfacer sus necesidades de subsistencia sin depender de la mecanización, fertilizantes químicos, plaguicidas u otras tecnologías de la ciencia agrícola moderna (Altieri, 1995).

Estos sistemas de agricultura campesina existen en el estado Trujillo y se encuentran en diferentes pisos altitudinales con la mayor presencia y diversidad de especies cultivadas en el piso altitudinal medio del estado Trujillo, según un estudio realizado por Quiroz et al. (2002), en diferentes pisos altitudinales del estado Trujillo, a través de un proyecto de conservación "*In situ*" financiado por el IGPRI.

No obstante, en lo que respecta a la variable suelo y su diversidad biológica, estos sistemas han sido muy poco estudiados en Venezuela, dándosele prioridad en la financiación de Proyectos de Investigación a los sistemas convencionales (monocultivos altamente mecanizados), basados en un manejo agronómico altamente dependiente de agroquímicos y contaminante del medioambiente.

En este sentido, este trabajo ha considerado la importancia de abordar una investigación en estos sistemas de agricultura campesina que representan un valor ancestral, con alto riesgo de desaparición incluyendo la pérdida del conocimiento local tradicional asociado a estos sistemas.

En los actuales momentos, estos los sistemas diversificados establecidos en zonas de ladera con un alto potencial para generar diferentes fuentes de alimento a las familia rurales están desapareciendo en el sector la Chapa debido a que están siendo desplazados por las deforestaciones masivas para el establecimiento del cultivo de cítricas como monocultivo.

Desde el punto de vista ambiental están ocurriendo diferentes procesos de degradación, como la erosión de suelo, la erosión genética, la disminución en la producción de agua y a la vez una erosión del conocimiento local en el manejo de estos sistemas diversificados establecidos en el piso medio ubicado en el sector La Chapa del estado Trujillo. Estos sistemas en superficies pequeñas han permitido la sostenibilidad por muchos años a pequeños productores de la zona, y el manejo agronómico está basado en el aprovechamiento de todos los recursos orgánicos generados en la unidad de producción sin utilizar insumos externos como: fertilizantes inorgánicos, pesticidas y otros agrotóxicos.

Por consiguiente, estos sistemas de agricultura campesina representan una alternativa para la conservación de los recursos naturales como el suelo, el agua, y la biodiversidad sobre todo en cuencas medias y altas. En lo respecta al manejo agronómico que realizan los productores (as) en estos sistemas diversificados con bajo o sin uso de agroquímicos, estos conocimientos deben ser considerados y validados como modelos sostenibles de producción.

En relación al estado Trujillo, la agricultura constituye la principal fuente de ingreso que se caracteriza por tener a pequeños agricultores (as) de escasos recursos como principales actores sociales. En la misma se evidencian desequilibrios ambientales, especialmente los recursos agua y suelo que están claramente deteriorados debido a

que los sistemas de producción de monocultivos con manejo agronómico convencional han generado problemas ambientales y de contaminación principalmente en zonas de ladera.

De allí la importancia de investigar sistemas de agricultura campesina que se caracterizan por ser altamente diversificados, perdurables en el tiempo y que logran integrar el núcleo familiar, generando un modo de vida compartido ante una sociedad generalizada por el individualismo.

Es por ello que en este trabajo de investigación, realizado en la localidad de La Chapa, estado Trujillo, se abordó el estudio de la interacción que existe entre la diversidad de especies asociado a la calidad de suelo, porque existen aún muchas familias rurales que producen y mantienen a su grupo familiar basado en estos sistemas de producción altamente diversificados que apuntan al autoabastecimiento, generando posibles alternativas que pudieran considerarse como una política para aportar a la seguridad agroalimentaria de nuestro País, sobre todo le proveen a la familia rural gran parte de sus alimentos en su dieta diaria, favoreciendo a cada familia en su autosostenibilidad.

I. OBJETIVOS

I. 1- OBJETIVO GENERAL.

Evaluar los indicadores de calidad de suelo con base al conocimiento local y científico en tres sistemas de agricultura campesina en la Comunidad Agrícola La Chapa, estado Trujillo

I. 2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

5. Determinar los índices de biodiversidad e intensidad de uso y su relación con la calidad del suelo de los sistemas de agricultura campesina seleccionado de acuerdo al conocimiento de los campesinos (as) y su núcleo familiar.
6. Establecer metodologías participativas de investigación cualitativa para abordar el manejo y uso del suelo en los sistemas de agricultura campesina, generando mapas locales de clasificación de suelos e indicadores de calidad basados en el conocimiento tradicional y criterios de los agricultores.
7. Seleccionar los indicadores de calidad física, química y biológica de los suelos con mayor correspondencia con los sistemas de producción y zonas de manejo definidas por los agricultores.
8. Relacionar los Índices de biodiversidad e intensidad de uso y los indicadores de calidad física, química y biológica de mayor correspondencia en los sistemas de producción y zonas de manejo definidas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los huertos tradicionales tienden a volverse cada vez más importantes no solo en el campo sino también en zonas urbanas y periurbanas debido a que la población de escasos recursos que emigra a la ciudad ejerce presión sobre la tierra (Lox, 1998). Estos sistemas se caracterizan por poseer, en general, diferentes zonas de manejo. Las zonas de manejo permiten caracterizar por diferentes usos un huerto tropical o diversificado; en cada zona hay una estructura vegetal horizontal y vertical propia, así como una combinación de especies y tipos de vegetación únicas, de tal forma que no existe una estructura vegetal determinada y universal del sistema de agricultura campesina (Lox, 2001).

Los sistemas de agricultura campesina, en general, son altamente diversificados y se caracterizan por el uso mayoritario de mano de obra de tipo familiar y por el poco uso de insumos externos (fertilizantes inorgánicos) para la producción.

Algunos autores señalan que estos sistemas son los que más se asemejan a los ecosistemas naturales por su alta diversidad y por el manejo que se le da. En este sentido, Karl, M et al., (1997) hace referencia al sistema de siembra manual y a la relación que existe entre los diferentes hábitos de crecimiento de plantas y la protección del suelo, lo que le confiere a dichos sistemas de subsistencia un alto grado de capacidad de protección edáfica, encontrándose, en este sentido, valores de protección (CP) entre 0.01 y 0.08, valores superiores al de los cereales.

La sostenibilidad familiar de muchas familias campesinas esta basada en la diversificación de sus áreas de producción, donde el componente animal también forma parte de las fuentes de proteínas disponibles para la alimentación de las familias. Berroteran y Zinck (2000), señalan que, en cuanto a la seguridad alimentaria nacional se refiere, la dependencia de insumos importados para el funcionamiento del sistema alimentario es alta, esto quiere decir que los sistemas convencionales “monocultivos” requieren un mayor consumo de energía, señalando que la relación “consumo/producción nacional” para el momento de estudio fue menor a 0.5, lo cual

indica una alta dependencia de la importación para lograr el abastecimiento nacional. De allí la importancia de incentivar estos sistemas de producción altamente diversificados y que son una alternativa viable para la producción de alimentos a nivel familiar.

Por otra parte la producción de alimentos, generados en superficies relativamente pequeñas, desde menores a 0.5 hasta 1.5 ha, permiten que un cierto número de familias rurales logren establecer su permanencia en sus parcelas por muchos años, debido a que logran integrarse con el medio natural, utilizando tecnologías tradicionales, con uso eficiente de sus recursos disponibles (Volke y Sepúlveda, 1987).

Basado en los mismos principios, Lox (2001) señala que los sistemas tradicionales son el resultado de relaciones múltiples y complejas entre los humanos y los componentes agroecológicos, y además menciona que su trazado y su manejo reflejan el conocimiento local, el cual es un producto socio – histórico – cultural, definido por diferencias y expectativas en los roles de género, (es decir hay roles culturales para hombres y roles para mujeres), muchas veces discriminativos para las mujeres rurales.

Este componente social que permite la integración con los factores biofísicos, ha sufrido también procesos erosivos por múltiples razones, sin embargo, muchas tecnologías siguen y deben ser revalorizadas como componentes de esa agricultura sostenible (Soemarwoto, 1995).

Se plantea entonces que, los agricultores (as) son investigadores (as) natos y generadores de su propia tecnología con un alto sentido de valorización cultural, por lo que cualquier proceso de investigación que se inicie debe ser participativo, integrándose con el conocimiento científico.

De acuerdo con Quiroz, (1996), al señalar que el conocimiento local de la agricultura tradicional puede jugar un rol importante en la conservación de la biodiversidad y la conservación de suelos, en general, así como de los sistemas agrícolas en particular.

En muchos campos agrícolas, los agricultores tradicionales han desarrollado y/o heredado sistemas de cultivos complejos adaptados a las condiciones locales, ayudándolos a manejar de manera sustentable ambientes austeros y a satisfacer sus necesidades de subsistencia sin depender de la mecanización, fertilizantes químicos, plaguicidas u otras tecnologías de la ciencia agrícola moderna (Altieri, 1995).

A pesar de que en el país se identifican nueve tipos diferentes de sistemas agrícolas según (Avilan y Eder, 1986): 1. Plantación. 2. Cultivos anuales mecanizados. 3. Fruticultura comercial. 4. Horticultura comercial. 5. Agricultura de subsistencia y semi comercial con fuerza humana (conucos). 6. Agricultura de subsistencia y semi comercial con fuerza animal 7. Ganadería extensiva. 8. Ganadería semi-intensiva y 9. Ganadería intensiva, estos de sistemas de producción altamente diversificados no se distinguen en ninguna de las categorías antes mencionadas.

Pérez et al., (2003) hace referencia que la Agricultura de subsistencia, con fuerza humana y semicomercial (conucos, huertos familiares), es el sistema más antiguo en Venezuela y en América tropical, y constituye el sistema de producción agrícola más complejo de entender y explicar. En este sentido se distinguen dos sistemas de subsistencia: conuco migratorio y conuco sedentario. Los conucos sedentarios son aquellos que permanecen mucho tiempo desde el momento que se establecen; son sistemas de uso de la tierra con manejo de una mezcla de cultivos, entre ellos: granos, raíces, hortalizas, especies medicinales, ornamentales, con forestales y arbustos como el café, cacao, frutales y también pequeños animales, en un arreglo espacial determinado.

En diferentes partes del mundo estos sistemas se caracterizan por tener una estructura con diferentes pisos y “toldos”, tales como Java, Malasia, Filipinas, Tailandia, India o en otros países de Asia, África y América Latina. La característica estructural predominante de los huertos o conucos es el grado de diversidad de especies, con diferentes formas de vida, es decir, que existen diferentes estratos verticales (Soemarwoto, 1995).

Este mismo autor reporta, en estudios realizados por Ahmad et al., (1980) en el Oeste de Java, la importancia que tienen estos huertos como símbolo de *estatus* social de las personas, pues el no tener un huerto en su casa es considerado de bajo nivel.

La FAO, (1993) señala que la población rural pobre depende de los recursos biológicos para satisfacer un 90 % de sus necesidades. De allí la importancia que tienen los pequeños productores agrícolas en condiciones de gran fragilidad de los suelos, pues ellos logran integrar una alta diversidad de especies para asegurar su sostenibilidad alimentaria. Por otra parte (Altieri, 1995), hace referencia a que los sistemas tradicionales de cultivos múltiples proporcionan alrededor del 20% de la oferta mundial de alimentos, de allí, que la población rural campesina depende de los recursos biológicos para satisfacer un 50% de sus necesidades.

II. 1. Agricultura Campesina o Tradicional:

Se caracteriza por la alta diversidad de especies vegetales en superficies pequeñas, donde el componente animal forma parte de ese sistema. Principalmente se caracteriza por que la mano de obra es de tipo familiar y con un bajo nivel de uso de insumos externos

En muchas regiones tropicales, la agricultura está muy mecanizada, lo cual conlleva la simplificación de la estructura ambiental de grandes extensiones, donde se reemplaza la diversidad natural por un número reducido de plantas cultivadas y animales domésticos, predominando la homogeneidad genética, ya que los monocultivos dependen de unas pocas variedades de cultivos (Altieri, y Nicholls, 2004).

En Venezuela el sistema tradicional, representa el término que sintetiza la forma ancestral de cultivar la tierra practicada por nuestros indígenas, consiste en el cultivo de múltiples especies que permite el abastecimiento alimentario durante todo el año en pequeñas parcelas, con principios agroecológicos (Bhat, et al., 1998). Además, estos sistemas diversificados son manejados de forma amigable con el ambiente, mediante un buen uso y manejo de los recursos y aprovechamiento de todos los residuos orgánicos que retornan al suelo y constituyen la principal fuente de nutrientes para los

cultivos; así mismo, la actividad microbiana influye determinantemente en la descomposición de la M.O y la formación del humus, siendo las sustancias húmicas fundamentales en la formación de la estructura del suelo y de acuerdo con la estructura primaria que tenga el suelo, así será su capacidad de retención de agua y las posibilidades de circulación del aire en su interior. En efecto es capaz de retener numerosas formas minerales liberadas durante la descomposición de la materia orgánica, que junto a las nutrientes de las bases solubles en los suelos y otras sustancias constituyen un importante suministro nutricional para la vida vegetal.

Por otra parte los sistemas de agricultura campesina son gestionados por pequeños agricultores; en este sentido Quiroz, (2001) y González, (1993) mencionan que el campesino (a) basa su estrategia en la diversidad, en el sentido que entiende la necesidad y capacidad de recurrir a muchos recursos para poder sobrevivir, sin embargo, la capacidad de sobrevivencia le da su posibilidad de interacción con el medio biofísico y social.

Lox, (1998), afirma que los sistemas de agricultura tradicional son como una transformación donde los productores según las necesidades y oportunidades le dan “forma y función” a su unidad de producción y la misma está sometida a una evolución a través del tiempo, bajo la influencia de diferentes factores geobiofísicos (clima, suelos, plagas y enfermedades), así mismo, socioeconómicos y culturales tales como: el conocimiento de los miembros del hogar, necesidades, intereses y posibilidades. De tal forma que existe una fuerte relación de interdependencia entre el medio agroecológico del sistema de producción y el rol social del hogar (grupo familiar) que es en sí quien lo maneja. En efecto la gran diversidad y complejidad que distingue al sistema de agricultura campesina de los demás sistemas agrícolas, induce a que algunos autores como Soemarwoto (1995), Altieri (1995) y Lox (1998), consideren que, un huerto bien desarrollado se asemeja al ecosistema del bosque tropical natural, donde se encuentran diferentes estratos verticales, sin embargo, éstos difieren del huerto que tenga menos tiempo establecido.

Muchos agroecosistemas tradicionales y agroforestales son caracterizados por una estructura compleja y con múltiples funciones (Fernández y Nair, 1986 citado por Méndez. et al 2001), de igual manera estos autores señalan que por lo general los huertos caseros tropicales tradicionales se caracterizan por su superficie reducida, alta diversidad de especies y tres a cuatro estratos verticales.

En la mayoría de los casos representan campos agrícolas y terrenos en barbecho, huertos familiares complejos y parcelas agroforestales que comúnmente contienen más de 100 especies de plantas que proporcionan materiales de construcción, leña, herramientas, medicinas, forraje y alimento humano.

Evaluando la estructura en función de diez tipos de huertos caseros seleccionados en diferentes partes del trópico, Fernández y Piñero (2008) incluyeron aspectos socioeconómicos y biofísicos; concluyendo que su función más importante era la producción comestible. En las últimas tres décadas muchos investigadores (Torquiabian, 1992.; Jesen, 1993; Gliessman, 1981 y Shanmugaratnam, 1993 citado por Méndez, 2001). han estudiados sistemas agrícolas tradicionales y han resaltado que los mismos poseen características que pueden ser modelos interesantes en la investigación debido a que son considerados agroecosistemas sostenibles, incluyendo, por supuesto, el reciclaje eficiente de nutrientes, la alta biodiversidad, el bajo uso de insumos externos y el potencial de conservación de suelos.

Por otra lado, Tittonell et al., (2005) señalan que los problemas causados por la aplicación de tecnologías, según el modelo de agricultura tradicional, ha generado una conciencia favorable al desarrollo sostenible, porque el impacto ambiental es muy reducido, otro aspecto a considerar es que el enfoque sistémico convalida el conocimiento local acumulado de los productores, que ha generado innovaciones y que tiene la ventaja de estar adaptado a su realidad y ser por lo tanto sostenible.

Otro aspecto a considerar según Toledo (2000), es un conjunto de características que caracterizan al sector de la agricultura campesina, ellas son:

1. Alto grado de autosuficiencia, puesto que la unidad de producción campesina consume una parte sustancial de su propia producción.
2. Los (as) miembros(as) de la familia campesina están comprometidos(as) en un proceso de producción predominantemente basado en el trabajo de la familia, con una cantidad mínima de insumos externos. La fuerza humana y animal, más que los combustibles fósiles, son las principales fuentes de energía. La familia, consecuentemente, funciona además como una unidad de producción, consumo y reproducción.
3. La producción combinada de valores de uso y mercancía no busca solamente el lucro sino la reproducción simple de la unidad doméstica.
4. Los agricultores generalmente son pequeños propietarios de tierra.
5. La agricultura tiende a ser la actividad principal de la familia campesina.

La subsistencia campesina esta basada en una combinación de prácticas, que incluyen la recolección agrícola, el cuidado del ganado doméstico, la artesanía, pesca, caza y trabajo fuera de la unidad de producción, ya sea a tiempo parcial estacional o intermitente. Para muchas sociedades campesinas, la agricultura es considerada una parte de un sistema más amplio de uso de la tierra.

II. 2. Cultivos Asociados:

En los sistemas de agricultura tradicional prevalece una gran diversidad de especies, principalmente cultivos agrícolas, forestales y ornamentales. Esta diversidad provee de alimento y otros insumos directamente a la familia rural; así mismo, permite el ciclaje natural de nutrientes y el control natural de plagas y enfermedades. En Venezuela los cultivos que se siembran más comúnmente asociados son la Caraota y Maíz.

Características particulares de los sistemas de agricultura campesina

- Numerosos estratos de plantas y raíces de las múltiples especies.
- Aporte continuo y diverso de materia orgánica.
- Cobertura permanente del suelo.
- Gran actividad biológica.
- Pocos insumos externos.

Existen pequeñas áreas alrededor de los hogares de muchos campesinos que tienen un promedio entre 80 y 125 especies de plantas útiles, muchas dedicadas a la alimentación o el uso medicinal; los árboles frutales constituyen una característica sobresaliente de la mayoría de los huertos.

En los sistemas de agricultura campesina la asociación de cultivos siempre está presente porque tienen una producción continua y diversa durante todo el año y son fáciles de manejar en forma intensiva al estar tan convenientemente cerca de la casa y muchas veces, estos son fertilizados con desperdicios de la cocina, reciben riego suplementario con agua de pozo y son atendidos por mujeres y niños en sus tiempos libres.

La diversidad de cultivos genera mecanismos de control que logran reducir las plagas y/o enfermedades dentro del sistema, en cambio los monocultivos son ambientes poco favorables para los enemigos naturales de las plagas, debido a los altos niveles de perturbación y a la falta de infraestructura ecológica.

La capacidad de los depredadores y parasitoides para controlar los invasores es menor en sistemas simplificados que en agroecosistemas diversificados (Landis et al. 2000) citado por Altieri, y Nicholls, (2004).

II. 3 Biodiversidad en sistemas agrícolas tradicionales

La biodiversidad se refiere a todas las especies de plantas, animales y microorganismos existentes que interactúan dentro de un ecosistema.

En ese orden de ideas la biodiversidad y la conservación *in situ* en los sistemas tradicionales de producción agrícola tienen un rol muy importante en la seguridad alimentaria de la familia campesina en algunas regiones de América Latina (Quiroz, 1996).

Soemarwoto (1995) señala al huerto como un sistema agroforestal, y este término denota la consistencia del uso mixto de plantas perennes, anuales y también animales. De igual manera menciona que lo más importante, concerniente a este sistema, es la sostenibilidad; y a su vez esta sostenibilidad es determinada por la estructura del

sistema, las funciones ecológicas y la habilidad continua de cubrir las necesidades socioeconómicas de la gente. Las funciones ecológicas incluyen beneficios hidrológicos, modificaciones microclimáticas, control de la erosión de los suelos y conservación de los recursos genéticos.

En cuanto a la seguridad alimentaría de las comunidades locales y de la comunidad global, ésta está en el campo y en el bosque; de igual manera, en la mayoría de las sociedades, la mujer juega un rol muy significativo en el manejo de la diversidad de los ecosistemas (Zweifel, 1996).

Por otra parte Gerritsen, (2000), en relación al manejo de áreas protegidas, señala que la conservación de la biodiversidad debe ser la meta principal a nivel internacional, manteniéndose, por consiguiente, una perspectiva de los agricultores sobre la biodiversidad. De igual manera señala que la biodiversidad es considerada una guía importante para el manejo de las áreas protegidas.

Varios autores, Worm y Duffy (2003), coinciden en señalar que un agroecosistema es sostenible cuando éste es rico en biodiversidad y además hay una serie de factores sinérgicos que subsidian la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad.

Por consiguiente, cabe destacar que el sistema radicular de una gran diversidad de especies de plantas tienen la capacidad de explorar un volumen determinado de suelo en los diferentes estratos del perfil ubicados a diferentes profundidades, de tal forma que la absorción de nutrientes y exploración radicular sea diferente; así mismo, la fisiografía del tipo de vegetación permite favorecer ciertas propiedades diferentes del suelo: físicas, químicas y biológicas (Copijn, 1985).

De igual manera, otros investigadores señalan que los sistemas de agricultura tradicional poseen características que pueden ser modelos interesantes en la investigación, debido a su comportamiento como agroecosistemas sostenibles, por el ciclaje eficiente de nutrientes, la alta biodiversidad, el bajo uso de insumos externos y el potencial de conservación del suelo (Gliessman et al., 1981., Jensen, 1993).

Por otra parte Singh (1996), señala que la inmensa diversidad que se refleja en los sistemas agrícolas tradicionales de las áreas montañosas, como por ejemplo la zona de Garhwal, es un sistema cerrado, autónomo y autosuficiente.

Así mismo señala que, potencialmente, la diversidad biológica es la mejor opción para la sostenibilidad. También, Albrecht y Kandji, (2003), señalan que los sistemas de larga rotación como los agroforestales y los huertos, que tienen plantas en los bordes, pueden secuestrar grandes cantidades de carbono por la biomasa de las plantas, también el secuestro del carbono en el suelo constituye otra opción real que se encuentra en muchos sistemas agroforestales.

De manera similar, los estudios etnobotánicos han logrado generar información en los sistemas diversificados, sobre todo desde el punto de vista del uso de las plantas medicinales. La utilización de las plantas como agentes terapéuticos en la atención primaria de la salud se ha mantenido a lo largo del tiempo y puede afirmarse que, aproximadamente, del 60 al 80% de la población mundial todavía depende, en gran parte, de los tratamientos tradicionales que implican el uso de extractos de plantas o de sus principios activos (Farnsworth et al., 1985; Akerele, 1993; WHO, 2002 citados por Carrillo y Moreno, 2007).

Desde una perspectiva más general, la sostenibilidad en el sentido agroecológico permite realzar los sistemas agrícolas a través de la diversidad. Esta diversidad, como proyecto sobre el tiempo y el espacio, promueve el ciclaje de nutrientes y energía en el suelo, reduciendo el uso de insumos externos (Altieri, 1987).

Por otro lado, Harrington (1992), plantea la sostenibilidad desde un punto de vista agroecológico, en términos de la resiliencia que es la habilidad del sistema agrícola en mantener la productividad cuando está sujeto a perturbaciones y estrés, destacando que la sostenibilidad no está en un sistema agroecológico en sí, sino en la relación entre éste y el medio físico, químico y el social; esto permite que se desarrolle entre los dos medios una relación dinámica en la cual un medio se puede adaptar a los cambios causados por factores que influyen en el otro (Lox, 1998).

Dentro de este marco London, (1998) señala que los valores económicos de la diversidad pueden estar divididos dentro de la estética y la tecnología, siendo el primero considerado por algunos grupos como no cuantificable en la apreciación de la naturaleza; considerando a la belleza como un factor implícito en la calidad de vida humana.

Otro aspecto a considerar es que la interdependencia, en relación al intercambio de materia y energía en un sistema de agricultura tradicional, en el cual el hogar mantiene el huerto y a cambio recibe beneficios, es muy dinámica y puede modificarse fácilmente a raíz de las prioridades o los intereses de la familia y con éste modificar la estructura del diseño de producción, realmente el diseño de cualquier huerto o sistema de producción diversificado estará siempre en función del uso y manejo.

Finalmente, Ottaviani et al., (2003) destacan la importancia del conocimiento implícito en los agroecosistemas, de tal manera que es necesario conocer la complejidad y heterogeneidad de los mismos; esa complejidad se refiere a los diferentes niveles tróficos con los cuales se puede describir la agricultura y la heterogeneidad se refiere a la variabilidad constatada dentro de cada nivel jerárquico considerado.

II.4 Sostenibilidad, Soberanía y Seguridad Alimentaria.

La capacidad de un sistema en mantenerse y tener la capacidad de producir sin generar impactos ambientales le permite a cualquier sistema de producción establecerse en tiempo y espacio. Se ha demostrado de manera contundente según Gliessman, (2002), Altieri y Nicholls, (2004) que la agricultura no puede ser sostenible mientras dependa de insumos externos y aunque la agricultura convencional ha logrado altos rendimientos debido al uso excesivo de estos, la diversidad genética se ve principalmente afectada negativamente, lo cual no sucede con los sistemas tradicionales.

Por otra parte Lefroy et al., (2000), hacen referencia a que la sostenibilidad es un concepto dinámico, en el sentido que lo que es sostenible en un área no necesariamente es sostenible en otra,; ellos establecen que no hay modelos únicos en los sistemas productivos para evaluar sostenibilidad.

Cada vez más se hace referencia a que la sostenibilidad es la condición o capacidad de cosechar a perpetuidad cierta biomasa en un sistema y que tiene la capacidad de renovarse por si mismo (Gliessman, 2002). Este mismo autor define como agricultura sostenible aquella que cumple los siguientes requisitos: a) integra la conservación del medio ambiente, b) el manejo integral de los recursos naturales, la c) utilización masiva de la fuerza de trabajo que condiciona su efectividad, d) la inserción de los técnicos que acompañen y fortalezcan para potenciar los recursos naturales, el desarrollo integral colectivo y participativo de la gente y, por último, la obtención de una productividad sostenible y que asegure ganancias, satisfaciendo al mismo tiempo que las necesidades sociales de la población.

En efecto, la agricultura sostenible generalmente se refiere a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo. Esto requiere que el sistema agrícola sea considerado como un ecosistema debido a que la agricultura, bajo un razonamiento lógico, no está orientada hacia la búsqueda de altos rendimientos de un producto en particular, sino más bien en la optimización del sistema como un todo. Se requiere ver más allá de la producción económica y considerar la cuestión vital de la sustentabilidad y la estabilidad ecológica.

Otro aspecto a considerar lo señalan Greiner et al., (2009), y es que la sustentabilidad se concibe como un proceso de cambio social en el cual la explotación de los recursos, el sentido de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y las reformas institucionales se deben realizar de forma armónica, ampliándose el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas; y que las expectativas de los cambios en las sociedades de agricultores y su relación con el ambiente

permanecen y se están incrementando. El reto es desarrollar una ciencia de la sostenibilidad que mantenga un voto al rigor mientras reconoce el desconocimiento inherente a los sistemas complejos (Swart et al., 2004).

En cuanto a la seguridad alimentaria Méndez, (2006) señala que “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”. 4 pilares: disponibilidad, estabilidad del suministro, acceso y el uso promoviendo y recuperando las prácticas y tecnologías tradicionales para asegurar la conservación de la biodiversidad y la protección de la producción local y nacional (FAO). Del mismo modo, la soberanía alimentaria requiere de la garantía estatal del acceso al agua, a la tierra, a los recursos genéticos y a los mercados justos y equitativos con el respaldo de la sociedad.

En nuestra constitución en el Artículo 305, en el Capítulo 1, del régimen socioeconómico y de la función del estado en la economía, señala que el estado promueve la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral para garantizar la soberanía y seguridad alimentaria de la población.

II.5 Conocimiento Local.

El conocimiento local es esencial en el desarrollo rural como producto de las experiencias de muchas generaciones en su interacción con la naturaleza y el micro ambiente físico, integrándose así los valores ambientales, económicos y sociales (Warren, 1995).

En la actualidad está ampliamente aceptado el hecho que el conocimiento local sea un recurso poderoso por derecho propio y es complementario al conocimiento disponible de las fuentes científicas (Altieri, 1996).

El conjunto de experiencias, saberes, prácticas, modo de percibir el entorno, que están internalizados en una determinada sociedad agrícola, y que se han acumulados a lo largo del tiempo y además se han transmitido por tradición oral, es lo que se denomina conocimiento local (Quiroz, 1996).

Para Studley (1998), el conocimiento de los (as) productores (as), está construido a partir de los modos en que la gente categoriza, codifica, procesa y asigna significado a sus experiencias

En relación al conocimiento empírico que tienen los agricultores (as) del recurso suelo, Calderón (1983) describe a la Etnopedología como el conjunto de estudios interdisciplinarios, dedicados al entendimiento de las interfases existentes entre los suelos, la especie humana y otros componentes dentro del ecosistema.

Ryder, (2002) considera que hay muchas evidencias desde donde los agrónomos (as) pueden aprender una gran cantidad de cosas de los agricultores tradicionales, debido a cientos de conocimientos acumulados durante décadas de su medio biofísico circundante.

En ese sentido London (1998) señala que hay una relación establecida entre la antropología y la conservación de la biodiversidad, ya que ésta forma parte de su propósito en la defensa del rol del conocimiento empírico sobre la conservación de los sistemas tradicional diversificados. Una propuesta similar la señala Allievi (2000), donde manifiesta que para mantener el sistema diversificado, interactuando con otros factores biofísicos, es necesario rescatar y sostener el conocimiento local de los agricultores que desarrollan estos sistemas.

Por otra parte Warren, (1995) señala que el conocimiento local es un tipo de conocimiento que es único en una cultura o sociedad dada, este tipo de conocimiento contrasta con los sistemas de conocimiento internacionales generados por Universidades, Instituciones de Investigación y firmas privadas, mencionando que:

a) Cada sociedad tiene un cuerpo importante de conocimiento basado en la observación y uso cuidadoso de los recursos naturales, que se trasmite de generación en generación.

b) Las tecnologías locales usadas en forma efectiva por una sociedad pueden ser utilizadas para resolver problemas enfrentados por otra sociedad que se encuentra localizada en un sistema agroecológico similar.

Este mismo autor señala que el conocimiento local representa la base para la toma de decisiones a nivel local relacionada con la agricultura, manejo de recursos naturales, educación y otras series de actividades.

Dando importancia a las decisiones y al conocimiento local, Quiroz (1996), señala que el conocimiento no puede verse como un depósito sino como un proceso, y que lo importante no es saber de quién es el conocimiento que se está tomando en cuenta sino, también ¿Quién es el que lo conoce? ¿Quién tiene acceso a ese conocimiento? y ¿Como pueden generar nuevos conocimientos?.

De allí la necesidad de rescatar el conocimiento local en los sistemas de agricultura tradicional debido al cúmulo que, por razones de generaciones, lo hace muy importante.

En relación a este tema Toledo (2000), señala que el cúmulo de conocimiento que los (as) productores (as) campesinos (as) ponen en juego para utilizar los recursos naturales, se convierte en decisivo y que este conocimiento tiene un valor sustancial para clarificar las formas en que los campesinos perciben, conciben y conceptualizan los ecosistemas de los que ellos dependen para vivir en economías de subsistencias; este conocimiento de la naturaleza se convierte en un componente decisivo en la implantación de la estrategia campesina de supervivencia basada en el uso múltiple y refinado de los recursos naturales.

Los conocimientos locales según Shackeroff y Campbell (2007) han permitido caracterizar a las economías campesinas no solo por el tamaño de las parcelas sino también por su lógica de producción y reproducción, así como por el uso eficiente de sus recursos, la diversidad de tecnologías, las riquezas de sus organizaciones y su

contribución a la producción de alimentos. Los mecanismos a través de los cuales los agricultores se comunican e intercambian ideas e información entre ellos son muchos y muy variados. El saber tiene una naturaleza multidimensional e interactiva, por lo cual se necesitan metodologías que permitan que la gente se exprese de distintas maneras; se deben brindar oportunidades para explorar otras formas de “crear el mundo” (Quiroz, 1996).

Por otra parte los sistemas de conocimiento indígena y campesino, al igual que los procesos de la ciencia formal, parten de la observación sensitiva de los fenómenos, los describen, tratan de explicarlos e intentan predecir su comportamiento. Existen indicadores que reflejan la calidad de un suelo de acuerdo al manejo que se le da. Los indicadores son específicos del sitio y cambian de acuerdo al conocimiento de los agricultores o las condiciones de cada sitio (Subedi, 1996), de tal forma que es difícil realizar comparaciones usando resultados provenientes de indicadores diferentes.

Se ha demostrado que muchas poblaciones indígenas campesinas desarrollan sus propias estrategias para la utilización de los suelos y que esos conocimientos locales generalmente se transmiten entre generaciones por el lenguaje oral y costumbres y están asociados a las visiones de mundo diferentes que permanecen en los grupos culturales Giuseppe, (2005). Este mismo autor señala que los estudios etnopedológicos están enfocados, prioritariamente, al uso agrícola de los suelos, dando poca atención a otros campos y comportamientos dentro del sistema.

En estudios realizados por Calderon, (1983) en dos zonas Chinamperas del Valle de México Mixquic y Maquixco, consistió en una primera etapa en obtener datos empíricos a partir de entrevista a los campesinos de la zona para obtener información sobre suelos. En el área de Maquixco los campesinos diferenciaron ocho tipos de clases de tierra y en Mixquic identificaron nueve. Las determinaciones de laboratorio se seleccionaron considerando los atributos de los campesinos, indicando como relevante por cada clase de tierra: color, textura, densidad aparente, humedad aprovechable, cationes básicos, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y nitrógeno total.

II.6 Calidad del suelo en Sistemas de Agricultura Campesina.

La calidad del suelo, en términos simples, se define como la capacidad que tiene el suelo para cumplir con sus funciones relevantes en el ecosistema (Karlen., et al 1997); ésta puede evaluarse a través de indicadores de calidad que resumen o simplifican información relevante de un mínimo de variables con alto grado de agregación, fáciles de medir y repetibles, representando las condiciones locales (Cantú et al., 2007). Este concepto de calidad de suelo hace referencia a tres grandes objetivos: Productividad biológica sostenida, Calidad ambiental, Salud animal y de plantas (Mausbach y Tugel, 1997).

Parr et al., (1992) definen el término calidad de suelo como la capacidad de este para funcionar de acuerdo a las demandas de uso, tal como la producción de biomasa, manteniendo su capacidad para resistir la degradación y minimizar impactos ambientales, lo cual abarca no solo la productividad del suelo sino también, la calidad ambiental, seguridad alimentaría salud animal y humana, degradación de contaminantes y uso de tierra.

Torres (2005) señala que la calidad desde el punto de vista de producción de biomasa, se refiere a que el suelo puede proveer a las plantas de un medio adecuado para la germinación de las semillas y desarrollo de las raíces, suplir de nutrientes a las mismas, almacenar y suplir de agua a los cultivos y garantizar condiciones adecuadas para el desarrollo de los microorganismos.

La calidad del suelo esta asociada a la capacidad de amortización que tiene el mismo, en un sistema de producción, esto se refiere a la suplencia de nutrientes, flujo de agua y el máximo de exploración radicular de las plantas.

Así mismo Torres (2005) señala que con respecto al flujo y contenido de agua, el suelo debe almacenar suficiente agua para garantizar el desarrollo óptimo de los cultivos, debe permitir solo un mínimo de escurrimiento. De igual manera señala que un suelo actúa como filtro ambiental cuando puede almacenar nutrientes y liberarlos cuando así lo requiera la planta, además puede retener compuestos químicos contaminantes

evitando que contaminen las aguas subterráneas; en algunos casos se pueden transformar estas sustancias químicas en elementos no tóxicos.

La baja fertilidad del suelo es ampliamente aceptada como un factor importante que limita la productividad de las pequeñas explotaciones agrícolas en África, y los procesos de agotamiento de los nutrientes y la degradación del suelo son espacialmente heterogénea (Tittonell et al., 2005).

Seybold, et al., (1997) señalan que los suelos deberían ser medidos en función de la capacidad del suelo para la productividad biológica con respecto a la planta, a la calidad ambiental, humana y animal y que esto puede hacerse a través de indicadores de calidad.

Por otro lado, Ibáñez y García (2002) resaltan que un suelo es un subsistema con entidad propia dentro de los ecosistemas terrestres, que deriva del hecho de ser receptor neto de un flujo de energía contenido en la necromasa que se incorpora. Esta circunstancia da lugar a una gran diversidad estructural de la biocenosis heterótrofa que es capaz de utilizar dicha energía, aunque también pueden reconocerse una considerable cantidad de mecanismos funcionales que dotan al suelo de una enorme diversidad funcional.

Titonell et al., (2005) también señalan que la variabilidad a escala regional se determina por el clima y los tipos dominantes del suelo, la presencia y el acceso a los mercados de factores, productos y aspectos socio-culturales históricos y étnicos que define el uso del suelo.

Así mismo señalan que las causas de la variabilidad en el manejo de la fertilidad del suelo a diferentes escalas de análisis son tanto biofísicas como socioeconómicas y que la disponibilidad de recursos y el patrón de asignación de los mismos a las diferentes actividades se determinan por el hogar y dependerá de las prioridades y las estrategias de producción.

Por lo tanto, la intensidad de los procesos que podría dar lugar a variaciones en el estado de la fertilidad del suelo en la explotación depende, de la dotación de recursos diferentes y la orientación de la producción.

En el contexto agrícola, la calidad de suelo puede ser manejada para maximizar la producción y su oferta en el medio ambiente; sin embargo, en un ecosistema natural la calidad del suelo puede tomarse como una línea base de valores para comparar los cambios ocurridos en los agroecosistemas (Singer y Ewing, 2000).

Desde un punto de vista sostenible y de salud para el agroecosistema, debe definir la capacidad del medio para mantener su productividad biológica, su calidad ambiental, promoviendo además la salud de animales, plantas y hasta del propio ser humano (Doran y Parkin, 1994 citado por Acuña et al., (2006).

Estos mismos autores hacen referencia a que los parámetros microbiológicos aportan información relativa a la actividad metabólica que se haya en el suelo, pues son los que mantienen una mayor sensibilidad frente a procesos no deseables tales como la contaminación o el mal manejo.

En relación a las propiedades químicas, físicas, biológicas y climáticas que actúan normalmente en interacción, son las que identifican la fertilidad de los suelos. Entre estos factores, quizás los componentes biológicos sean los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de los cultivos, además hoy se acepta que la actividad de los microorganismos no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de ecosistemas naturales como los agroecosistemas (Trasar et al., 2000).

En estudios realizados por Rodríguez et al., (2004), encontraron que las propiedades químico-estructurales del suelo evaluadas, bajo diferentes prácticas de manejo, suministró información sobre la dinámica de la materia orgánica del suelo (MOS). Destaca que los sistemas de labranza, el manejo de los residuos de cosecha y los sistemas de cultivo en forma individual no generaron diferenciación en la estructura

molecular de la materia orgánica del suelo (MOS),_dominada por compuestos humificados y microbiológicos, de igual manera señalan que la permanencia en el suelo de las raíces y biomasa aérea de leguminosas, en rotación con cereales, contribuyó con la acumulación de nitrógeno en los cereales, considerando la composición y el potencial de mineralización de las leguminosas.

En estudios recientes realizados por Espinoza et al., (2007) encontraron que las prácticas de labranza y rotación de cultivos pueden modificar la materia orgánica del suelo (MOS). Al comparar con la labranza convencional (LC), y el mantenimiento de residuos de cultivos sobre la superficie del suelo bajo siembra directa (SD) se encontró la mayor cantidad de Carbono y Nitrógeno a una profundidad de 0-5 cm, pero no a mayores profundidades. Estos autores condujeron un estudio por siete años, donde incluyeron labranza y rotación de cultivos, y donde evaluaron el efecto del manejo del suelo sobre las diferentes fracciones de C y N. El experimento fue localizado en Turén, estado Portuguesa, Venezuela, e incluyó dos sistemas de labranza, labranza convencional (LC) y siembra directa (SD), y dos rotaciones de cultivos, maíz-algodón (MA) y maíz-fríjol (MF). Las muestras de suelo fueron colectadas a tres profundidades y se analizó el C (COT) y N orgánico total (NOT), C (MMC) y N (MMN) de la masa microbiana, C y N mineralizable (C_{min} y N_{min}), N lábil potencialmente mineralizable (N_1) y su tasa de descomposición (k_1). Los cambios observados en COT y NOT en respuesta a la labranza y a la rotación de cultivos fueron relacionados con la cantidad y calidad de residuos de planta que regresan al suelo, pero no con su distribución en el perfil del suelo, a excepción de la MO mineralizable. Este estudio demuestra la importancia de la MMC, MMN y de la mineralización de C y N como índices para conocer la dinámica de la MOS en suelos de zonas tropicales.

II.7 Etnopedología:

En cuanto al conocimiento empírico que tienen los agricultores, estudios recientes en diferentes partes del mundo señalan la importancia de considerar la percepción de los agricultores en las evaluaciones de los suelos. La Etnopedología permite comprender acerca del conocimiento local sobre la percepción y apreciación de la clasificación de

los suelos (Furber, 1989.; Hecht, 1990.; Tabor. 1990 y Niemeijer, 1995 citado por Barrera et al., 2000).

Alves y Marques, (2005) describen a la Etnopedología como el conjunto de estudios interdisciplinarios dedicados al entendimiento de las interfases existentes entre los suelos, la especie humana y otros componentes dentro del ecosistema.

Esta rama combina investigaciones aproximadas, a escala espacial y temporal, del clima, la ecogeografía, agroecología, antropología social, geografía rural y geopedología con dimensiones operacionales (Barrera et al., 2000).

Estas investigaciones incluyen:

- El conocimiento local.
- La percepción local y la opinión acerca del suelo.
- La heterogeneidad espacial y la variabilidad temporal.
- La dinámica natural.
- Los procesos de interrelación con otros factores biofísicos.

Desde una perspectiva ambiental, la estructura especial que caracteriza a los huertos o sistemas de agricultura campesina, con sus altos niveles de estratos que permiten una alta biomasa en la superficie del suelo, logra garantizar el ciclaje natural del agroecosistema, permitiéndole una mayor calidad del suelo, desde el punto de vista físico, químico y biológico. La calidad del suelo se puede evaluar a través de indicadores, los cuales representan herramientas importantes para la armonización de información científica, técnica y para la toma de decisiones.

III. METODOLOGÍA

III. 1 Descripción de la zona de estudio

El trabajo de investigación se realizó en una zona montañosa al sur del estado Trujillo, específicamente en la comunidad agrícola sector La Chapa, ubicada en el Municipio Trujillo,.

- **Características Generales de la zona:**

El sector la Chapa está localizado en la microcuenca Quebrada Agua Clara, con una superficie de 5.685,61has (Silverio y Semprum, 1991).

- **Ubicación geográfica:** Se encuentra entre las siguientes coordenadas:

Latitud Norte: 9° 18' 36" - 9° 24' 37"

Longitud Oeste: 70° 31' 48" - 70 ° 27' 2"

- **Clima:**

Temperatura promedio anual: 20 - 24 °C

Precipitación: 1074 mm/año.

Altitud: 600 – 1400 msnm.

Zona de vida: Pertenece al Bosque Seco Tropical según Holdridge.

- **Geología:** La geología de la microcuenca está representada, según Albornoz (1998) por las siguientes formaciones: Mucuchachi, La Quinta, Isnotú, y Cogollo.

- **Uso y Manejo:** Actualmente el sistema agrícola predominante en la cuenca es el de cítricas y dentro de las musáceas el cambur; también predominan los sistemas de agricultura tradicional como el café y cultivos asociados (conuco); estos poseen especies forestales muy diversas, asociadas con gran cantidad de cultivos y su manejo agronómico está basado sin insumos externos, como fertilizantes inorgánicos y pesticidas.

III. 2 - Descripción Socio – Cultural de la Zona de Estudio:

Es potencialmente una zona caracterizada por pequeños agricultores y agricultoras, su rubro potencial es el cultivo de café (*Coffea spp.*), este rubro constituyó, por muchos años, la principal fuente de ingreso familiar para esta comunidad rural; en el procesamiento de este cultivo casero, converge gran cantidad de conocimiento local en materia de lavado, secado y trillado de café. En esta zona también predomina una diversidad de especies de aguacate (*Persea americana*), los nombres dados por los productores a las variedades observadas por ellos son las siguientes: Pechugón, Extranjero, Frutado, Pechugón Frutado, Totumito, Teta de India, Redondo y Pechugón Lechoso. Pero el de mayor importancia en la zona es el Pechugón. La selección de la semilla y propagación la realizan mayormente de aquellas especies que ofrecen un mayor beneficio a la familia, bien sea por el consumo o por la venta (Quiroz, et al., 2001).

El cultivo que tiende a desarrollarse hoy día son las cítricas como monocultivo, entre ellas, las naranjas (*Citrus sinencis*) y las mandarinas (*Citrus reticulata*).

Aún así, existen sistemas de huertos altamente diversificados, el manejo viene dado por la disponibilidad de los recursos económicos y mano de obra familiar, con la participación tanto de las mujeres como de los niños. Los agricultores y agricultoras viven, en su mayoría, de la venta de los rubros agrícolas que cultivan.

Historia del uso y manejo.

En relación al uso, y manejo de los sistemas de agricultura campesina evaluados, éstos han sido establecidos desde hace mucho tiempo: la unidad de producción de la Familia Lozada tiene más de 39 años de establecida, el sistema de producción del Sr. Jesús Portillo tiene más de 80 años y el de la familia Santos más de 12 años. En cuanto al rubro común de los sistemas evaluados es el Café. En relación al manejo agronómico está sustentado en el uso de los residuos orgánicos incorporados al suelo de forma natural. Cabe destacar que no utilizan fertilizantes inorgánicos ni otros agroquímicos. En tal sentido, es un sistema manejado agroecológicamente con la incorporación de los residuos orgánicos y la diversidad de especies y número de plantas establecidas. En

cuanto a las labores de campo el trabajo lo realiza la familia (siembra, limpia, poda, cosecha y otras actividades complementarias), también utilizan la “Mano Vuelta”.

Existe un valor agregado en el mantenimiento de variedades locales (germoplasma local), entre ellas la papa de árbol, la producción de semilla de hortalizas, como Lechuga, Manzanilla, Café y diferentes especies de Guajes entre otras. La conservación de las especies locales le permiten el mantenimiento de las semillas que le proveen parte del sustento diario de cada familia campesina; esta práctica que la han desarrollado por muchos años tiene una gran importancia en el mantenimiento de la diversidad genética.

Otro aspecto a considerar es el uso de la leña como fuente de energía para la cocción de los alimentos de la familia campesina, esto les permite aprovechar un recurso local de los restos de residuos de ramas o árboles caídos o restos de poda, así mismo le permite un ahorro económico directo a cada familia y lo inmediato de disponer de energía, sin tener que trasladarse a la ciudad.

III. 3 - Selección de los Sistemas de Agricultura estudiados y caracterización de las Zonas de Manejo para el muestreo.

La selección de los tres sistemas de agricultura tradicional (conucos) en el sector Loma de La Paz – La Chapa, del Municipio Trujillo, se realizó considerando tres criterios:

- d. Nivel de diversidad de especies asociadas.
- e. Tiempo desde que se estableció y
- f. Accesibilidad; cada unidad de producción fue georeferenciado con GPS.

Los sistemas de agricultura campesina seleccionados fueron previamente evaluados por otro grupo de investigadores en cuanto a los niveles de diversidad, a través de un proyecto de conservación *in situ*, coordinado por Quiroz et al., (2001) de la Universidad de los Andes, Núcleo Rafael Rangel Trujillo (NURR – ULA). Estos investigadores encontraron altos niveles de diversidad por lo que para este estudio se seleccionaron tres niveles denominados:

A) Sistema de Agricultura Campesina 1: Representado por la Sra. Maritza de Lozada y el Sr. Pedro Lozada, tienen más de 35 años en su sistema de producción, viven de su producción local principalmente de las musáceas y el cultivo de café, sin embargo poseen una gran diversidad de especies cultivadas (55). En este sistema trabajan los hijos los fines de semana. El nivel de accesibilidad es viable con carreteras regulares en la vía principal del sector Loma de la Paz. El manejo del sistema, la familia Lozada ellos aprovechan todos los residuos (hojarascas, restos de cosecha y la basura casera), como fuente para abonar los suelos, es decir ellos no queman los residuos orgánicos y esta materia orgánica es reutilizada porque se incorpora al suelo.

B. Sistema de Agricultura Campesina 2: Representado por el Sr. Jesús portillo, edad 92 años y que estuvo viviendo en el sistema de producción durante toda su vida. El nivel de diversidad es alto con (28) especies cultivadas, conociendo que el Sr. Jesús vivía con su hija que tenía un problema de discapacidad, su cultivo principal es el café y las Leguminosas. En cuanto a la accesibilidad, la unidad de producción se encuentra en la vía principal del sector Loma de la Paz con vía principal en condiciones regular, pero viables.

El manejo del sistema, del Sr. Jesús Portillo que tiene más de 92 años de edad, el aprovecha todos los residuos (hojarascas, restos de cosecha y la basura casera), como fuente para abonar los suelos, no quema y todos estos residuos orgánicos son la principal fuente de nutrientes que tiene la unidad de producción, no utiliza ningún agrotóxico.

Sistema de Agricultura Campesina 3: Representado por la Sra. Maribel de Santos y el Sr. Santiago Santos, este sistema tiene mas de 12 años de establecido y su cultivo principal es el Café en una superficie de 12 Has cultivo común en la zona de la Chapa. Es el menos diverso porque ellos no son los dueños de la Unidad de producción, lo que demuestra que nivel de diversidad de especies establecidas tiene ver con la tenencia de la tierra. Es el único que tiene el componente animal (bovino y porcino), donde generan ingresos por la venta de leche, queso y mantequilla. En cuanto a la accesibilidad, la

unidad de producción se encuentra en la vía principal del sector Loma de la Paz con vía principal en condiciones regular, pero viables.

La Línea Base.

La línea base o de referencia estaba representada por un bosque natural no intervenido localizado en el sector Loma de la Paz, lugar donde estaban establecidos los tres sistemas de agricultura campesina bajo estudio.

III. 4 Caracterización de la diversidad de especies y evaluación de la calidad de los suelos.

Para cumplir con los objetivos planteados, esta investigación se llevó a cabo en varias fases:

Inicialmente se realizó la caracterización y descripción de la estructura propia de cada sistema de producción, es decir, conocer como estaban distribuidos los diversos cultivos, los forestales y las ornamentales en sus respectivas áreas.

Se utilizó la metodología de “zonas de manejo” o “Unidad de análisis” propuesta por Lox, (1998), la cual permite identificar la diversidad de especies cultivadas y no cultivadas que existe en un área determinada, generando un mapa con todos los tipos de especies que predominan o se cultivan.

Tomándose, en cuenta la función de las especies cultivadas que predominan así como su manejo.

En cada zona de manejo se determinó la superficie (m^2) correspondiente a cada una de ellas, esto permitió conocer la diversidad por superficie caracterizándose la distribución horizontal de los diferentes cultivos establecidos en cada “unidad de análisis”.

Los datos fueron recolectados a través de entrevistas, cartografía participativa para los inventarios de las plantas, tipos de suelos, y observación directa.

Para evaluar los indicadores de calidad de suelo se seleccionaron aquellas variables relevantes para los tres sistemas de producción, que tenían una alta correlación entre ellas.

III. 5 Investigación Cualitativa e interpretativa

En cada unidad de producción se recopiló la información del productor con entrevistas individuales semi-estructuradas, abiertas y de contraste, que fueron grabadas (con autorización del agricultor) y transcritas, complementadas con notas de campo y observaciones directas. De igual manera se hizo la caracterización del área cultivada en cada sistema de agricultura campesina, a través de la metodología propuesta por Lox (2001) para generar las zonas de manejo o unidades de análisis.

Las entrevistas se abordaron buscando lograr la expresión de la perspectiva de los productores en lo referente a las preguntas que orientaron la investigación, relacionadas con los criterios de selección de los tipos de especies, de acuerdo a la clasificación de los suelos que él o ella asignaron para la estructuración y ordenamiento de la diversidad de especie. Se identificó el conocimiento local que tienen los productores en relación a la clasificación de los suelos. Esto permitió evaluar si existen criterios de clasificación de los suelos de acuerdo al cultivo o cultivos que establecen en cada zona de manejo, rescatando y valorando el conocimiento empírico que tienen los agricultores o las agricultoras en su sistema de producción.

Con base a la información recolectada en campo y con la participación de los productores (as), a través de talleres participativos, se logró identificar los cultivos que predominan en cada zona de manejo, así mismo los criterios utilizados para la clasificación de los tipos de suelos que hay en cada una de estas zonas.

Como producto de esta actividad se generaron mapas en cada sistema de agricultura campesina, donde se visualizan las diferentes zonas de manejo, la diversidad de especies y los tipos de suelos asociados a las mismas. Estos mapas permitieron apreciar en forma horizontal la disposición de los diferentes cultivos en cada zona de manejo y los tipos de suelos que hay en cada una de ellas. Se pudo observar que

existe un ordenamiento estructural que es único y propio de cada unidad de producción.

La codificación en la fase inicial del método analítico permitió simplemente un proceso de categorización y clasificación de los datos, estos códigos actúan como formas abreviadas para etiquetar, separar, recopilar y organizar los mismos. La codificación cualitativa permitió crear categorías que provienen de la interpretación de los datos, de tal forma que los códigos se utilizaron para agrupar y categorizar una serie de eventos, manifestaciones y observaciones (Quiroz, 1990).

Una vez que se caracterizó cada zona de manejo en los tres sistemas de agricultura campesina, se conocieron criterios de selección o clasificación de los suelos que tienen los productores relacionados al componente suelo; para ello se realizaron “entrevistas abiertas semi estructuradas”, donde las preguntas que se abordaron fueron: ¿Que opina Ud. de la zona donde vive?, ¿Como es su parcela?, ¿Donde tiene los mejores suelos en su parcela?, ¿Donde tienen sembrados ustedes sus cultivos?, ¿Observan diferencias en los suelos? ¿Como son los suelos aquí?.

La metodología propuesta por Glaser y Strauss (1967) basada en el método cualitativo – interpretativo consiste en la recopilación de “datos” y “códigos” que el entrevistado señala para hacer referencia a casos muy específicos o particulares en su unidad de producción. Para recopilar estos datos se tomaron notas de campo y entrevistas grabadas cuya función fue lograr que los productores describieran y expresaran a través de una conversación, de allí se extrajeron los datos. Esta fue la metodología utilizada en esta investigación, que permitió codificar y clasificar los datos que utilizan los agricultores y agricultoras para referirse a situaciones muy particulares relacionada a las variables objeto de estudio.

El análisis de las entrevistas abiertas permitió comparar todos los detalles de los datos e información y la observación directa en el campo; en el Grafico 1 se muestra el esquema como se caracterizaron las diferentes entrevistas, considerando las “Entrevistas Abiertas, Generales y Específicas”.

La perspectiva del trabajo fue cualitativa - interpretativa, donde se consideró el punto de vista del productor y, por lo tanto, donde se refleja lo que él percibe como importante. Se trató de evitar en todo momento cualquier interferencia que evitara que el agricultor se expresara espontáneamente y con claridad.

A continuación se muestra, en forma esquemática, cual fue el procedimiento utilizado y cómo se abordaron las preguntas en las entrevistas:

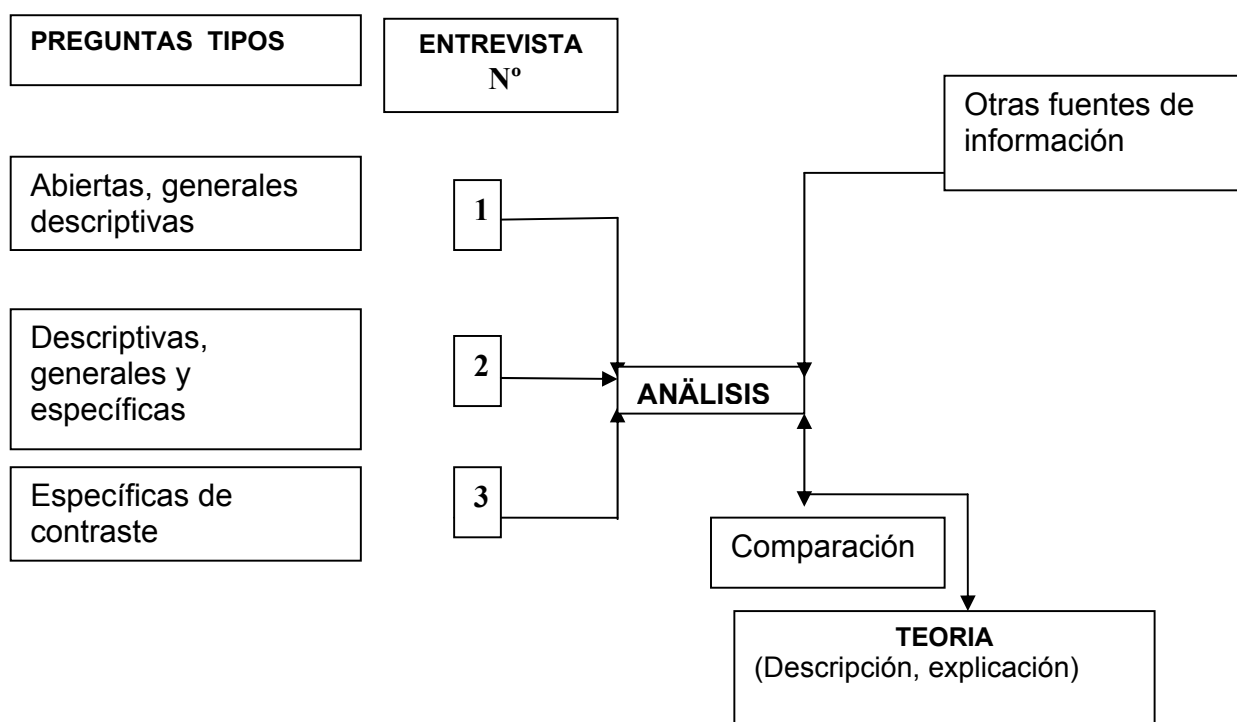


Gráfico 1. Esquema metodológico obtenido de las entrevistas realizadas a las familias de los tres sistemas de agricultura campesina del sector La Chapa. Adaptado de Glaser y Strauss (1967).

El análisis interpretativo y la comparación entre las entrevistas de las tres familias permitieron lograr un patrón descriptivo y explicativo de los diversos tópicos encontrados en relación al suelo con la diversidad de especies, donde se determinó el número de especies de plantas cultivadas por cada zona de manejo,;esta información fue acompañada con la observación directa en campo.

Se realizaron varias visitas de campo para recolectar la información de los productores a través de las entrevistas.

Las entrevistas se abordaron buscando lograr la expresión de la perspectiva de los productores en lo referido en las preguntas que orientaban la investigación relacionada a los criterios de selección o clasificación de los tipos de suelo que tienen en sus unidades de producción, de igual manera conocer la relación y distribución de los cultivos establecidos o cultivados. En cuanto a la caracterización de la diversidad de especies que existe, se logró conocer la capacidad productiva, evaluando la fertilidad física, química y biológica de los suelos que poseen los tres sistemas de agricultura campesina.

Para ello se evaluaron indicadores de calidad de suelo, utilizando la metodología propuesta por Florentino (1998), en la cual se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades de 0 -20 cm y 20 – 40 cm, trazando una transecta, en cada zona de manejo y se Integró el conocimiento local tradicional de los productores (as) y el conocimiento científico de los sistemas de agricultura campesina evaluados en el laboratorio.

III. 6 Índices de Biodiversidad e Intensidad de Uso.

En cuando a los Índices de Diversidad e Intensidad de uso de los suelos, éstos se determinaron con base a la superficie (m^2) de cada zona de manejo y a la identificación de todas las especies cultivadas (número de especies y número de plantas por cada especie), realizando un inventario de las plantas a través de la cartografía participativa. Así se calculó posteriormente el **Índice de Biodiversidad** (dividiendo el **número de especies por el Área** en cada Zona de Manejo); y en cuanto a la **Intensidad de Uso**

se determinó dividiendo el **número total de plantas/Área** en cada zona de manejo en los diferentes sistemas de producción evaluados. En cada zona de manejo se identificó el número de especies cultivadas y el número total de plantas establecidas. A su vez se realizó el levantamiento de cada superficie de las diferentes zonas de manejo, para poder conocer la intensidad de utilización del recurso suelo.

III.7 Evaluación de las Variables Físicas, Químicas y Biológicas de los suelos en los tres Sistemas bajo estudio.

En cada sistema de agricultura campesina se evaluaron variables físicas, químicas y biológicas de los suelos; se realizaron visitas de campo con recorridos a través de toda su extensión. Se ubicaron los sitios por cada zona de manejo, así como las profundidades de muestreo. En cada profundidad se tomaron muestras de suelo no alteradas, mediante un toma muestras tipo Uhland y cilindros con un volumen de 98,18 cm³. Las variables evaluadas fueron:

Variables físicas: distribución de tamaño de partículas, textura, conductividad hidráulica saturada (Ks), estabilidad de los agregados (AE) y densidad aparente (Da), usando la metodología descrita por Pla, (1983).

Variables químicas: pH, conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total (% CO), nitrógeno total (% Nt), relación carbono-nitrógeno (C/N), hierro (Fe⁺³) y aluminio intercambiable (Al⁺³).

- Nitrógeno total: se determinó a través del método Kjeldahl (Carrasco, 1973).
- Carbono orgánico: Se utilizó la metodología propuesta por Walkey y Black basado en la oxidación de la materia orgánica con dicromato potásico y una mezcla de ácido sulfúrico (Carrasco, 1973).
- Relación C/N: Se calculó la relación carbono/nitrógeno, (Harada et al., 1997), como indicador de la degradación de los materiales orgánicos presentes en los suelos.

- Conductividad eléctrica (relación 1:1): según la metodología utilizada en el Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía – UCV (1993).
- Bases de intercambio: se determinó (Ca) por espectroscopia de absorción atómica utilizada en el Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía – UCV (1993).
- pH (relación 1:1 en agua): según la metodología utilizada en el Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía – UCV (1993).
- Aluminio intercambiable y concentraciones de hierro, según la metodología del Laboratorio General de Suelos del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía – UCV (1993).

Variables Biológicas de los Suelos:

Respiración edáfica: Según la metodología propuesta por (Senez, 1976).

El método de respiración adoptado consiste básicamente de una cámara de respiración conteniendo el sustrato, a través del cual circula un flujo continuo de aire libre de dióxido de carbono (CO_2). El CO_2 generado por el sustrato es atrapado en una solución alcalina y se determina químicamente mediante titulación con ácido. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Biología de Suelo del Instituto de Edafología de la Facultad de Agronomía de la UCV.

III. 8 Análisis Estadísticos

Para el análisis de los resultados se utilizó la estadística descriptiva, análisis de varianza y prueba de medias así como un análisis de conglomerado (Análisis Cluster), se utilizó el paquete estadístico InfoStat (2002). Toda la información se efectuó desde tres perspectivas. Para la colección de los datos de las variables a analizar, cada sistema fue dividido en zonas de manejo y muestreado trazando una transecta en cada zona, adicionalmente se tomaron tres muestras de suelo en cada zona de manejo a dos profundidades 0 – 20 cm y 20 – 40 cm.

La primera de las perspectivas consistió en analizar, si las variables físicas, químicas y biológicas se mantenían homogéneas o diferían de acuerdo a las zonas de manejo identificadas dentro de cada sistema, a lo largo de las profundidades de suelo evaluadas, como fuente de variación.

De esta manera, se condujo un análisis de varianza (ANAVAR) bajo los supuestos de un modelo de diseño completamente aleatorizado, con dos factores. El primer factor fue la zona de manejo. A este respecto, fueron identificadas seis (6) zonas de manejo en el SAC 1 (Flia. Lozada), cinco (5) en el SAC 2 (Sr. Portillo) y uno (1) en el SAC 3.

El segundo factor fue la profundidad del perfil (0 -20 cm y 20 – 40 cm), Los datos eran desbalanceados por las características propias de las unidades de producción. En algunas no se pudo tomar muestras de suelo entre 40 – 60 cm (como inicialmente se había planteado) debido a la alta pedregosidad. En función de esto, el análisis de varianza se condujo considerando 3 fuentes de variación: la profundidad, las zonas de manejo, y la interacción zona por profundidad para verificar si el comportamiento de las zonas de manejo cambiaban con las variables físicas, químicas y biológicas dentro del perfil de suelo. Para dos de los sistemas (SAC1 Familia Lozada y SAC2 Jesús Portillo), se evaluaron catorce (14) variables. En ambos sistemas se observó la mayor diversidad de especies cultivadas. La prueba de Duncan (referencia) se empleó para identificar grupos homogéneos dentro de cada sistema y a lo largo del perfil.

La segunda perspectiva fue el Análisis de Componentes Principales, para conocer cuales variables contribuían más a la variabilidad total del conjunto de datos, y finalmente, se realizó el análisis de conglomerados - Análisis Cluster (Montgomery, 1991); lo cual permitió determinar las variables con mayor similitud entre las zonas de manejo, dentro de cada caso, así como la correlación de dichas variables y las zonas de manejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de agricultura campesina evaluados en este trabajo, mostraron que existe un nivel de diversidad de especies cultivadas en las diferentes áreas o zonas de manejo de cada y que cada zona cumple una función o uso específico en el sistema productivo de cada familia, siendo el cultivo del café el rubro común de los tres sistemas de producción evaluados. Estos sistemas de agricultura campesina mantienen y proveen diversos alimentos a cada núcleo familiar.

En relación con lo planteado en los objetivos, se evidencia que existe un conocimiento empírico en el manejo agroecológico de los diferentes sistemas de agricultura campesina localizados en el sector La Chapa estado Trujillo.

IV. 1. Clasificación de los indicadores edáficos basados en el conocimiento local tradicional de los productores:

IV.1.1. Elaboración de mapas y separación de las diferentes zonas de manejo por los agricultores y su grupo familiar.

Los mapas generados por el grupo familiar de cada sistema de agricultura campesina (SAC) se muestran en las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5. En cada uno de ellos se puede observar la distribución de las diferentes Zonas de Manejo o Unidades de Análisis. En el SAC 1 (Familia Lozada) se encontraron seis (6) zonas de manejo, en el SAC 2 (Sr. Jesús Portillo) cinco (5) y en el SAC 3 (Familia Santos) uno (1).

Ello representa el ordenamiento espacial de los diferentes cultivos, establecidos en cada una de las parcelas estudiadas; tomando en cuenta que cada área representa una zona específica de producción y manejo.

IV.1.1.1. Distribución Horizontal del Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada.

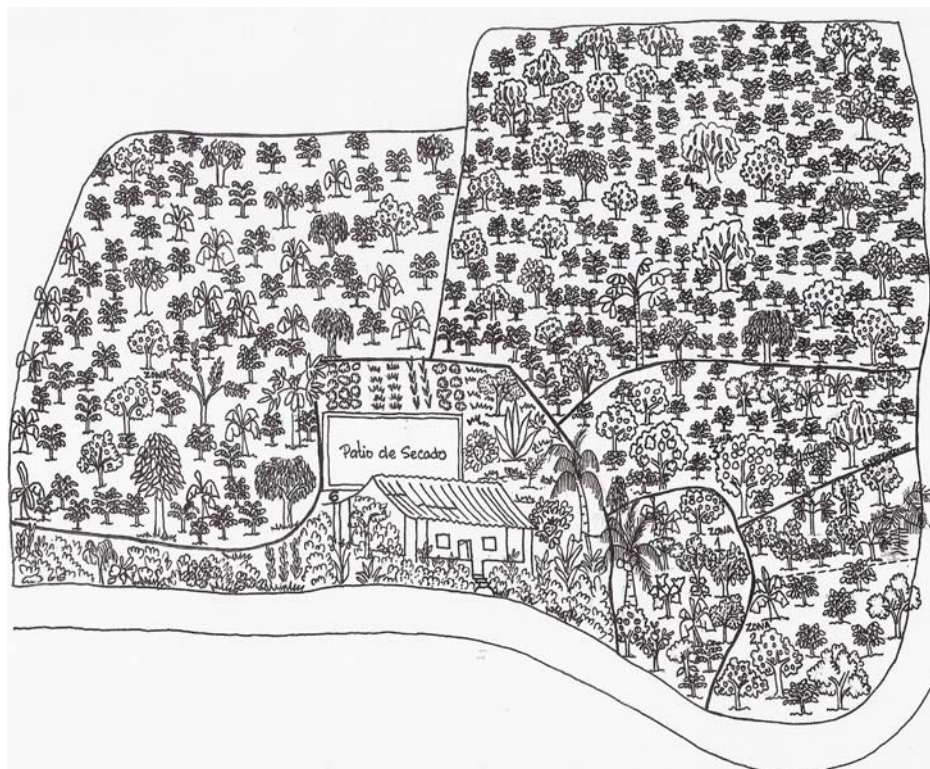


Figura 1. Mapa de distribución horizontal – Sistema de Agricultura Campesina 1 - Familia Lozada.

Se puede observar en el mapa de la Fig. 1, la distribución horizontal por áreas y la diversificación de plantas establecidas en todo el sistema de producción, donde cabe destacar que no hay espacios sin cultivar, así como la gran diversidad de especies y plantas existentes, que genera una gran cantidad y diversidad de biomasa que retorna al suelo como residuos y que poco a poco es incorporada. A su vez esta diversidad de especies cultivadas provee de alimentos a la familia para autoabastecerse y los excedentes son vendidos, principalmente el cambur y café son los rubros agrícolas que más comercializa la familia.

IV.1.1.1.2. Diferentes Zonas de Manejo del Sistema de producción 1 (Familia Lozada):

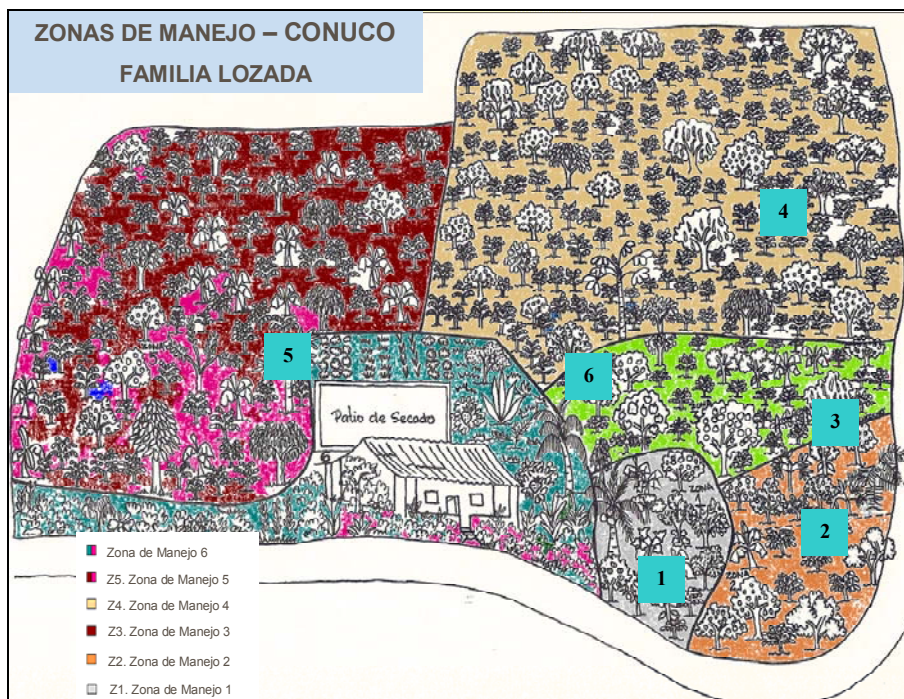


Figura 2. Mapa de las Zonas de Manejo – Sistema de Agricultura Campesina 1 - Familia Lozada.

Leyenda:

- ZM1. Cultivada con frutales
- ZM2. Café y Naranjas.
- ZM3. Café bajo sombra y cambur.
- ZM4. Café – Naranjas – Aguacates.
- ZM5. Cambur / algunos frutales
- ZM6. Ornamentales/ Medicinales

En la Figura 2 se observa el mapa de las diferentes zonas de manejo que fueron identificadas y caracterizadas por la Familia Lozada; ellos definieron seis (6) zonas de manejo con una superficie total de 3123,54 m². Cada una de las zonas de manejo representa varios cultivos asociados con su manejo y función diferente.

Historia del uso y manejo.

En relación al uso, el sistema de agricultura campesina ha sido establecido por mucho tiempo esta unidad de producción tiene más de 39 años establecida, el trabajo de campo lo realiza la familia (Siembra, Limpia, Poda, Cosecha y otras actividades complementarias). El manejo agronómico está sustentado en el uso de los residuos orgánicos incorporados al suelo de forma natural. Cabe destacar que no utilizan fertilizantes inorgánicos ni otros agroquímicos. En tal sentido, es un sistema manejado agroecológicamente con la incorporación de los residuos orgánicos y la diversidad de especies y número de plantas establecidas en cada zona de manejo.

En cuanto al manejo y conservación de la diversidad de especies establecidas en los diferentes sistemas de producción y sus respectivas zonas de manejo esto lo logran a través de la producción de semillas.

En relación a la familia Lozada, ellos producen las semillas de lechuga, manzanilla, café y otros rubros.

IV.1.1.1.3. Diversidad y número de especies cultivadas en las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 1 - familia Lozada.

En los Cuadros 1, 2 , 3, 4, 5 y 6, se presenta el número de especies por familia botánica, así como también el número de individuos por especie para cada una de las zonas de manejo clasificadas en el sistema de de agricultura campesina de la familia Lozada. Al realizar el inventario se identificaron un total de 55 especies y 3058 plantas en el inventario.

Cuadro 1. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 1 (ZM1), Frutales en asociación cercana a la vivienda.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuo
1	Aguacate	<i>Persea americana millar.</i>	<i>Lauraceae</i>	(1)
2	Tamarindo Chino	<i>Averrhoa carambola L</i>	<i>Oxalidaceae</i>	(1)
3	Durazno	<i>Prunus persica (L)</i>	<i>Rosaceae</i>	(1)
4	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	<i>Annonaceae</i>	(1)
5	Coco de Palma	<i>Cocos nuciferas L</i>	<i>Aracaceae</i>	(1)
6	Café	<i>Coffea arabica L.</i>	<i>Rubiaceae</i>	(4)
7	Cacao	<i>Teobroma Cacao</i>	<i>Sterculiaceae</i>	(2)
8	Semeruco	<i>Malpighia emarginata</i>	<i>Malpighiaceae</i>	(1)
9	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(2)
10	Naranjas	<i>Citrus sinencis</i>	<i>Rutaceae</i>	(2)
11	Manzano	<i>Malus pumila L</i>	<i>Rosaceae</i>	(1)
12	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	<i>Sapotaceae</i>	(1)
13	Lechosa	<i>Carica papaya L.</i>	<i>Caricaceae</i>	(2)
Total de Especies: 13			Total de Individuos: 20	

En la ZM1 que tiene una superficie de 168,3 M2, existe una diversidad de árboles frutales asociados establecidos, por la familia que está integrada por Jóvenes estudiantes de Bachillerato y esta diversidad de frutas son fuentes de nutrientes de la dieta de la familia.

En la ZM2 tiene una superficie de 168,3 M2, tienen actualmente cultivado una especie de café hoja ancha que se ha adaptado muy bien, de igual manera en esta zona se observó alta presencia de Helecho (*Polystichum sp.*) anteriormente el productor había establecido otros rubros e incluso café criollo y no se adaptaba.

Cuadro 2. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 2 (ZM2), cultivada con café, yuca y naranja criollo.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos/ especie
1	Café	<i>Coffea arabica</i> (L) especie. <i>Canéfora</i>	<i>Rubiaceae</i>	(30)
2	Naranjos criollos:	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	(20)
3	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	(10)
4	Helecho (abundantes)	<i>Polystichum sp</i>	<i>Aspidiaceae</i>	
Total de especies= 3			Total de Individuos= 60	

Cuadro 3. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 3 (ZM3), cultivada con café bajo sombra y cambur.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos/ especie
1	Café	<i>Coffea arábica</i> L.	<i>Rubiaceae</i>	(200)
2	Aguacate	<i>Persea americana</i> Miller	<i>Lauraceae</i>	(4)
3	Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	<i>Rutaceae</i>	(1)
4	Chayota	<i>Sechium edule</i> (Jacq) Sw.	<i>Cucurbitaceae</i>	(1)
5	Parchita	<i>Pasiflora edulis</i> var.	<i>Passifloraceae</i>	(1)
6	Guaramaco	<i>Brownea coccinea</i>	<i>Cesalpiniaceae</i>	(1)
7	Cacao	<i>Teobroma Cacao</i>	<i>Sterculiaceae</i>	(3)
8	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(20)
9	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	<i>Rutaceae</i>	(6)
10	Zapote	<i>Pouteria sapota</i>	<i>Sapotaceae</i>	(1)
Total de especies= 10			Total de Individuos=238	

La Zona de manejo 3 tiene una superficie de 611,0 M2, predomina el cultivo de café (*Coffea arábica* L.) acompañado de frutales principalmente que proveen de sombra, de igual manera el cultivo de cambur es una de las especies que también es relevante en esta área.

Cuadro 4. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 4 (ZM4), cultivada con café, cítricas y aguacate.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Café	<i>Coffea arábica (L)</i>	<i>Rubiaceae</i>	(1950)
2	Naranjos criollos:	<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	(50)
3	Aguacate	<i>Persea americana Miller</i>	<i>Lauraceae</i>	(24)
Total de especies= 3		Total de Individuos=		2024

La Zona de manejo 4, tiene una superficie 611, 0 M² área que predomina el cultivo de café, también esta asociada con aguacates y naranjas, para un total de 2024 plantas en una superficie 611,0 M², esto representa un máximo aprovechamiento del recurso suelo.

Cuadro 5. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 5 (ZM5), cultivada con café bajo sombra.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(600)
2	Aguacate	<i>Persea americana Miller</i>	<i>Lauraceae</i>	(4)
3	Pomagas	<i>Syzygium jambos (L) Alston</i>	<i>Myrtaceae</i>	(1)
4	Mango	<i>Manguifera indica(L)</i>	<i>Anacardiaceae</i>	(3)
5	Mandarinas	<i>Citrus reticulada Blanco.</i>	<i>Rutaceae</i>	(3)
6	Naranjas	<i>Citrus sinensis(L) Osback</i>	<i>Rutaceae</i>	(5)
7	Lechosa	<i>Carica papaya L.</i>	<i>Caricaceae</i>	(2)
8	Guayaba	<i>Psidium guayaba L.</i>	<i>Myrtaceae</i>	(1)
Total de especies= 8		Total de individuos=		619.

La Zona de manejo 5, tiene una superficie de 1499 M²., área destinada principalmente al cultivo del cambur (*Musa AAA*) esta zona tiene con total de 600 plantas establecidas asociadas con grupo de frutales. La venta del Cambur verde es una las fuentes de ingresos económicos de la Familia Lozada. En esta zona de manejo no tiene establecido ninguna planta de café.

Cuadro 6. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo (ZM6), plantas medicinales ornamentales y algunas hortalizas.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Labiatae</i>	(4)
2	Manzanilla	<i>Matriacaria chamomilla L.</i>	<i>Compositae</i> - <i>Astereaceae</i>	(4)
3	Romero	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	<i>Labiatae-Lamiaceae</i>	(3)
4	Zábila	<i>Aloe vera L</i>	<i>Liliaceae</i>	(2)
5	Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Compositae</i> <i>Astereaceae</i>	(20)
6	Perejil	<i>Petroselinum crispum Nym</i>	<i>Umbellifera</i>	(4)
7	Ají dulce	<i>Capsicum sp</i>	<i>Solanaceae</i>	(3)
9	Fresa	<i>Fragraria vesca L</i>	<i>Rosaceae</i>	(40)
10	Rosas	<i>Rosa spp.</i>	<i>Rosaceae</i>	(20)
11	Claveles	<i>Dianthus caryophyllus L</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	(6)
12	Gladiolas	<i>Gladiolus hortulanus Bailey.</i>	<i>Indaceacea</i>	(3)
13	Capacho	<i>Canna indica L. var. Limbata Rosc</i>	<i>Cannaceae</i>	(2)
14	Hortensia	<i>Hydrangea macrophylla .</i>	<i>Saxifragaceae</i>	(2)
15	Orquídeas	<i>Cattleya sp</i>	<i>Orchidaceae</i>	(4)
16	Novios	<i>Palargonium sp</i>	<i>Geraniaceae</i>	(6)
17	Calas	<i>Anthurium sp</i>	<i>Araceae</i>	(4)
Total de especies= 17		Total de Individuos= 97		

La ZM6 es la zona más cercana a la vivienda, manejada fundamentalmente por la mujer, tiene establecida especias, flores, hortalizas, semilleros. Ella aplica al suelo todos los residuos orgánicos generados en la cocina directamente a todas las plantas que tiene cultivadas, de allí el color oscuro del suelo identificados por ellos mismos. Un aspecto que resalta es que hay una gran variedad de especies cultivadas desde donde se observa un total de 17 especies identificadas en el inventario, área sin plantas de café. En esta zona de manejo de igual manera se encuentran ubicado el patio de secado de café y tiene una superficie de 64 m². Se encontró la presencia de café en todas las zonas a excepción de la zona 1, 6, 5.

IV.1.1.1.4. Índice de biodiversidad (IB) e Intensidad de uso (IU).

En el Cuadro 7, se muestra el índice de biodiversidad y el índice de intensidad de uso para cada una de las seis zonas de manejo en el SAC 1. En el cálculo del mismo se consideró el número de especies cultivadas, número de individuos por especie y la superficie de cada zona de manejo. Encontrándose el mayor índice de biodiversidad en la ZM1, seguida de la ZM2 y la mayor intensidad o aprovechamiento del suelo es la ZM4, cultivada principalmente con el cultivo de Café.

Cuadro 7. Índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso (IU)-Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada.

Zonas de Manejo	Nº de especies	Nº de individuos	Superficie (m ²)	IB (Nº de especies/Área)	IU (Nº de Ind/Área)
ZM1	13	20	168,3	<u>0,077</u>	0,119
ZM2	4	60	168,3	<u>0,024</u>	0,357
ZM3	10	238	611,0	0,016	0,390
ZM4	3	2024	611,0	<u>0,005</u>	<u>3,313</u>
ZM5	8	619	1499,0	<u>0,005</u>	<u>0,413</u>
ZM6	17	97	65,94	<u>0,017</u>	<u>0,679</u>
Ponderado	55	3058	3123,52	0,018	0,979

Se observa que a mayor valor del índice (Nº de especies/Área) en cada Zona de Manejo hay una mayor índice biodiversidad (IB), a su vez, a mayor valor del índice (Nº de plantas /Área en cada Zona de Manejo), hay una mayor intensidad de uso del suelo (IU).

En el Cuadro 7, se observa que existe un nivel de diversidad de especies cultivadas en una superficie de 3.123,52M² y con una intensidad de aprovechamiento del suelo de 0,979.

Al considerar la diversidad de plantas cultivadas en las diferentes zonas de manejo en el sistema de agricultura campesina de la Familia Lozada, encontramos una mayor presencia en la zona de manejo 1, seguidamente de la zona de manejo 2, como se puede observar en la siguiente reseña:

ZM1>ZM2>ZM6>ZM3>ZM4-ZM5. En cuanto a la intensidad de uso del suelo o máximo aprovechamiento del mismo se encontró la siguiente secuencia.

ZM4>ZM6>ZM5>ZM3>ZM2>ZM1.

Estos índices nos permiten establecer indicadores para evaluar la capacidad de sostenibilidad de un suelo altamente cultivado con diferentes especies y plantas.

En cuanto a las plantas medicinales, encontradas en el Sistema de agricultura campesina de la familia Lozada, esto representa un valor cultural, económico y social, porque las mismas son utilizadas para diferentes tipos de usos, desde el punto de vista medicinal y como repelentes de plagas. Las áreas cultivadas de plantas medicinales dentro de las zonas de manejo están establecidas cercanas a la vivienda.

Las plantas medicinales dentro de un huerto o un sistema productivo son una fuente natural para ciertos tratamientos medicinales del organismo. De acuerdo con lo anteriormente señalado, varios investigadores señalan que en aquellos contextos culturales, donde la población de escasos recursos económicos tienen dificultad para recibir atención médica y tener acceso a medicamentos, también se recurre a la medicina tradicional generando solución a problemas de salud (WHO, 1995, Abu-Irmaileh y Afifi, 2003; Tabuti et al., 2003; Katewua et al., 2004; Guarrera et al., 2005; Gupta et al., 2005; Estomba et al., 2003; citado por De Natale y Pollio, 2007).

Aún existen muchas etnias indígenas que curan sus enfermedades con las plantas medicinales que son un gran recurso natural local disponible en sus áreas de producción.

En relación a la diversidad de plantas y al conocimiento ancestral local, en la actualidad existe una necesidad urgente en dirigir esfuerzos para el rescate y conservación de la medicina tradicional así como, inventariar el uso tradicional de las plantas con valor terapéutico ya que está ocurriendo una pérdida rápida de este conocimiento, debido a la

utilización irracional de algunas especies y a la degradación de los ambientes naturales (Caniago y Siebert, 1998; Shackleton, 2001; Katewa et al., 2004 citado por Carrillo et al., 2007).

La continuación se muestra el mapa local de clasificación de los suelos elaborado por la familia Lozada, donde se puede apreciar que las seis (6) zonas de manejo delimitadas en el mapa corresponden a seis (6) tipos de suelo diferentes, asociados a sus características predominantes; se seleccionó un color para identificar los tipos de suelo en toda la parcela como se puede observar en la Figura 3.

IV.1.1.1.5. Clasificación Local de los Suelos del Sistema de Agricultura Campesina-Familia Lozada.



Figura 3. Mapa de Clasificación Local de los Suelos – Sistema de Agricultura Campesina 1 - Familia Lozada.

- | | |
|--|---|
| | 1. Tierra oscura y roja con abono |
| | 2. Tierra roja y cascajo |
| | 3. Tierra de color rojo menos intenso |
| | 4. Tierra negra |
| | 5. Tierra negra más profunda es roja |
| | 6. Tierra oscura y con piedras y roja con abono |

En el Mapa 3, se observan diferentes tipos de suelos, donde se visualiza una clasificación codificada por un color diferente de acuerdo al tipo de suelo.

A continuación se presenta la descripción hecha por la familia Lozada de cada tipo de suelo del sistema de agricultura campesina, en las diferentes zonas de manejo.

 : **Tierra oscura con piedra.**

Esta zona esta cultivada principalmente por diversos tipos de frutales. Presenta un nivel de pedregosidad muy alto.

 : **Tierra roja y cascajo.**

Los suelos son de color rojizo – amarillento, con un nivel de pedregosidad muy frágil que el productor le llama “Cascajo”. Cultivada en los actuales momentos con café de la especie *Canéfora*, es la zona que tiene más presencia de helechos (asociado a suelos muy ácidos).

 : **Tierra negra**

Cultivada principalmente con café criollo, bajo sombra de frutales, entre ellas mandarina, aguacate, zapote y cambur, entre otras.

 : **Tierra de color rojo menos intenso**

Esta zona de manejo esta cultivada principalmente con café, variedad *Canéfora*, asociada con cítricos y algunos aguacates.

 : **Tierra negra y más profunda, es roja.**

Está cultivada principalmente por musáceas (cambur), con este cultivo ellos perciben parte de los ingresos del sistema de producción. Han clasificado esta área con diferentes tipos de suelos asociados a la profundidad efectiva y al contenido de materia orgánica.

 : **Tierra oscura con abono y tierra roja con abono.**

Área más cercana a la casa, todos los residuos orgánicos generados en la cocina son utilizados para abonar los suelos. Esta zona de manejo está cultivada con hortalizas y plantas medicinales, entre ellas: Lechuga, perejil, ají dulce, manzanilla, orégano y otros.

La etnopedología ha sido una herramienta utilizada en zonas rurales en Centro América y otras parte del mundo, un trabajo similar lo realizaron Andrade et al., (1998) en el norte de Tamaulipas en México; ellos abordaron el interior de una comunidad para

identificar una clasificación empírica de suelos para la conservación de los recursos naturales en el área del Norte de Tamaulipas tomaron en cuenta la diversidad ecológica al interior de las comunidades, condiciones naturales, culturales y la totalidad de las prácticas campesinas; finalmente generaron un mapa ambiental donde se especificaron las áreas con vegetación secundaria, áreas reforestadas, escorrentía y tipos de suelo donde determinaron cinco (5) clases de suelos. AV (arena voladora), AN (arena negra), AT (arena tejonera) y NA o NCH (negra arenosa o negra chichosa) y B (Blanca), mientras que la clasificación de la FAO solo determina tres (3) clases: Vertisol, Chernozem y Xerosol.

Por otra parte Cajuste, (1991) señala que la clasificación hecha por los campesinos (as) es un sistema para la cartografía de suelos que puede sustituir a los levantamientos a nivel detallado, evaluando dicho recurso con semejante precisión, basada en el enfoque paisajista tomando en cuenta la experiencia del conocimiento del agricultor.

Finalmente desde una perspectiva más general, este sistema de agricultura campesina fue donde se encontró el mayor número de zonas de manejo o unidades de análisis, por consiguiente, es donde encontramos el mayor número de especies cultivadas en pequeñas superficies; la mujer juega un rol fundamental en esta diversificación y está representada por la Sra Maritza de Lozada. De igual manera se observa que en toda la unidad reportó 5 áreas donde hace referencia a "Tierra negra", y en las mismas hay una alta diversidad de especies especialmente la ZM6>ZM1>ZM3>ZM5.

De acuerdo a la metodología cualitativa utilizada, se constató que ésta permitió conocer con precisión la percepción que tiene la familia Lozada en el conocimiento local de su conuco, y a entender mejor la distribución espacial de los cultivos que ellos hacen, demostrando que ésta no es aleatoria, sino que tiene su base en un conocimiento ecológico tradicional de los campesinos, que pasa de boca en boca y que pocas veces ha sido valorado y registrado; de allí pues que se logró reconocer e identificar el inventario florístico y se generaron mapas de clasificación y uso de los suelos.

IV.1.1.1.6. Complementariedad de saberes.

La familia Lozada asoció los diferentes tipos de suelo de acuerdo a ciertas propiedades de los mismos, tales como: Color, humedad, pedregosidad, materia orgánica, pH y profundidad efectiva, características relevantes que formaron parte de los atributos de los suelos que fueron considerados en la descripción y de ciertas propiedades que les sirvieron para separar las diferentes zonas de manejo; estas características fueron también asociadas a los diferentes cultivos establecidos. Cabe destacar que en la zona de manejo 5 (ZM5) donde señalaron, por ejemplo, que “la **raíz busca pa’rriba**”, “**porque la tierra es negra**”, los mayores porcentajes de materia orgánica se encontraron en los primeros 40 cm de profundidad con 5.15% en los primeros 20cm y 6.93% en los 20-40 cm.

De igual manera se evidenció que la zona de manejo 2 era la que tenía más limitaciones de fertilidad; ellos manifestaron que eran los peores suelos, donde había mucho helecho, coincidiendo con que los valores más bajos de pH se obtuvieron en esa ZM, desde valores de 2,4 en algunos puntos de muestreo y con el menor porcentaje de materia orgánica de toda el área muestreada en la unidad de producción. Las metodologías participativas (Investigación cualitativa), a través de la cartografía participativa permitieron obtener mapas locales, donde cada familia a través del dibujo pudo identificar, las variables de diversidad de especies cultivadas y los tipos de suelos en los diferentes sistemas de agricultura campesina, como se observa en las Fotografías.

Se puede observar en la Fotografía 1, la forma de encontrar la información local con la participación de los productores y su familia.



Fotografía 1. La Sra Maritza de Lozada y su hijo Pedro Lozada elaborando los mapas



Fotografía 2. El hijo de la Sra. Maritza explicando el mapa de la parcela



Fotografía 3. Dibujo de la parcela la familia Lozada



Fotografía 4. Elaborando el mapa de la parcela de del Sr. Portillo.

Cada uno de los miembros de la familia participó realizando su mapa, identificando las plantas cultivadas en las diferentes áreas de su parcela e identificando el número de plantas por área. Esta percepción directa demostró el sentido de pertenencia y conocimiento que tienen las familias ya que ellos trabajan directamente sus parcelas.

Este conocimiento de planificar y ordenar la distribución de los cultivos, se debe principalmente a que ellos saben donde se adapta mejor un determinado cultivo, de acuerdo a la fertilidad de los suelos según su percepción. Esto ha sido reportado previamente por numerosos investigadores, denominándolo como Etnopedología, es decir, la clasificación de suelos hecha por los propios usuarios de la tierra basada en su conocimiento ancestral. Las diferentes Zonas de Manejo corresponderían a esta clasificación (Calderon, 1983;

Toledo, 2000; Allievi, 2000; Barrera et al., 2000; Lox, 2001; Chaves, 2005; Mairura et al., 2007). Las metodologías participativas utilizadas permitieron la generación de mapas locales de clasificación de suelos.

IV.1.1.2.1. Distribución Horizontal del Sistema de Agricultura Campesina- Sr. Jesús Portillo.

En el sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús portillo se encontró un total de veintiocho (28) especies cultivadas, con un volumen de 1.058 plantas en las cinco (5) zonas de manejo generadas. Esta diversidad de especies está fundamentada en los principios de sostenibilidad de la familia, porque dichas familias viven de la producción local, y los excedentes son vendidos.

En el Mapa 4 se muestra la unidad de producción del Sr. Jesús Portillo, identificando la distribución horizontal del SAC, y donde se pueden apreciar los diferentes cultivos y el ordenamiento espacial de acuerdo a su conocimiento y experiencia como investigador nato de su propia unidad de producción.

De acuerdo a este conocimiento, se plantea la importancia de comprender la distribución de las especies cultivadas en su unidad de producción donde se observa en la Figura 4 la diversidad de especies y plantas cultivadas en toda la superficie del sistema de agricultura campesina del productor Jesús Portillo.

En la Figura 5 se observa el Mapa de las diferentes zonas de manejo, cultivadas con diferentes rubros agrícolas; se separaron 5 zonas de manejo ò unidades de análisis, bien definidas de acuerdo al manejo y al uso de la tierra.



Figura 4. Mapa de distribución horizontal – Zonas de Manejo. Sistema de Agricultura Campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.

IV.1.1.2.2. Diferentes Zonas de Manejo del Sistema de producción 2- Sr. Jesús Portillo.

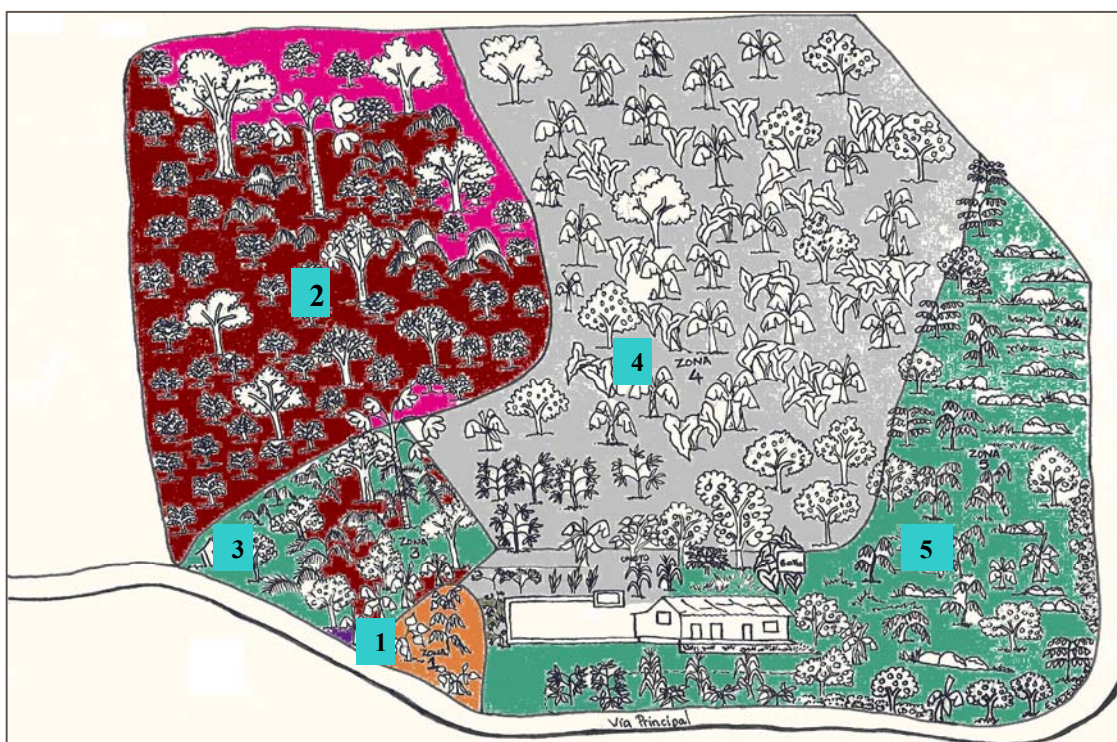


Figura 5. Mapa distribución horizontal con las diferentes zonas de manejo – Sistema de Agricultura Campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.

Leyenda

	ZM1. Leguminosas (Caraotas)
	ZM2. Café criollo con sombra de Teca y Guamo.
	ZM3. Forestal.
	ZM4. Musáceas (Cambur).
	ZM5. Leguminosas (Quinchonchos).

IV.1.1.2.3. Diversidad y número de especies cultivadas en las diferentes zonas de manejo – sistema de agricultura campesina 2-Sr. Jesús Portillo.

En los Cuadros 8, 9, 10, 11 y 12 se muestran los resultados sobre la cantidad de especies cultivadas, así como el número de plantas en las diferentes zonas de manejo del conuco del Sr. Jesús Portillo.

Cuadro 8. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 1 (ZM1), cultivada con leguminosas.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Caraota	<i>Phaseolus vulgaris.L</i>	<i>Leguminosae</i>	(200)
2	Quinchoncho	<i>Cajanun cajan (L).Millsp</i>	<i>Leguminosae</i>	(20)
Total de especies= 2			Total de Individuos= 220	

La ZM1 área de 266m², plana cercana a la vivienda que incluye el patio de secado, el cultivo establecido son las Caraotas y Quinchonchos estos rubros forman parte de las fuentes de proteínas de la dieta de la Familia Portillo.

Cuadro 9. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 2 (ZM2), cultivada con Cultivada principalmente con Café Criollo bajo sombra de Guamo y Teca.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Café	<i>Coffea arabica (L.)</i>	<i>Rubiaceae</i>	(100)
2	Guamo	<i>Inga acuminata (L)</i>	<i>Leguminosae- Fabaceae- M</i>	(5)
3	Teca	<i>Tectonis grandis (L)</i>	<i>Moraceae</i>	(8)
Total de especies= 3			Total de Individuos = 113.	

La Zona de manejo 2 tiene superficie de 831 m², aquí es donde se encuentra el mayor número de plantas de café criollo establecido, tiene sombra de Guamo y Teca. El Cultivo de café fue la principal fuente de ingresos de la unidad de producción.

Cuadro 10. Número de especies y cantidad de árboles/especie en la Zona de Manejo 3 (ZM3), Área Forestal.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Pardillo	<i>Cordia allidora (R&P) Oken.</i>	<i>Boraginaceae</i>	(10)
2	Guamo	<i>Inga acuminata</i>	<i>Leguminosae- Fabaceae- M</i>	(5)
3	Yagrumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	<i>Moraceae</i>	(8)
4	Taparo, Totumo	<i>Crescentia cujete L</i>	<i>Boraginaceae</i>	(2)
5	Coco de Palma	<i>Cocos nucíferas L</i>	<i>Aracaceae</i>	(1)
6	Onoto	<i>Bixa orellana L.</i>	<i>Bixaceae</i>	(2)
Total de especies= 6			Total de Individuos = 28	

La ZM3 área establecida principalmente con forestales donde predomina el Pardillo (*Cordia allidora*), y el Yagrumo (*Cecropia peltata L.*).

Cuadro 11. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 4 (ZM4), cultivada con Musáceas.

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Cambur	<i>Musa AAA</i>	<i>Musaceae</i>	(50)
2	Aguacate	<i>Persea americana Miller</i>	<i>Lauraceae</i>	(4)
3	Guaje Queso- Ocumo	<i>Xantosomona sagittifolium (L) Schott</i>	<i>Araceae</i>	(1)
4	Guaje Ucarí	<i>Xantosomona sp.</i>	<i>Araceae</i>	(3)
5	Guaje	<i>Xantosomona sp.</i>	<i>Araceae</i>	(3)
6	Naranjas	<i>Citrus sinensis (L) Osback.</i>	<i>Rutaceae</i>	(10)
7	Lechosa	<i>Carica papaya L.</i>	<i>Caricaceae</i>	(2)
8	Guayaba	<i>Psidium guayaba L.</i>	<i>Myrtaceae</i>	(1)
Total de especies= 8			Total de Individuos= 73	

La ZM4 tiene un área de 507 m² cultivadas con una diversidad de especies (8) donde se encontró el mayor número de plantas de Cambur, seguidamente del cultivo de Naranjas criolla.

Cuadro 12. Número de especies y cantidad de plantas/especie en la Zona de Manejo 5 (ZM5), cultivada con Quinchoncho (Leguminosa).

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	Nº Individuos
1	Quinchoncho	<i>Cajanun cajan (L).</i>	<i>Leguminosae</i>	(20)
Total de especies= 1			Total de Individuos= 20	

ZM5 área donde se encontró el mayor nivel de pedregosidad de toda la parcela, sin embargo está cultivada de una Leguminosa (Quinchoncho) muy utilizada por el productor para su dieta.

IV.1.1.2.4. Índice de biodiversidad (IB) e Intensidad de uso (IU) - Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo.

El nivel de diversidad, asociada a la superficie en cada zona de manejo, nos permitió generar un índice de biodiversidad y de intensidad de uso, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 13.

En cuanto a la diversidad de especies cultivadas, en cada zona de manejo, se realizó un inventario de especies, así mismo se encontró un alto nivel de diversidad de grupos de familias botánicas cultivadas en los Sistemas de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo.

A mayor valor IB hay mayor biodiversidad, se observa en el Cuadro 13 que la ZM2 fue donde se encontró el mayor (IB) seguido de la ZM5. En cuanto a la (IU) se observa que la ZM4 es la que tiene el mayor índice de (IU), seguido de la ZM2.

Cuadro 13. Índices de biodiversidad (IB) y de intensidad de uso (IU)-Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo.

Zonas de Manejo	Nº de especies	Nº de plantas	Superficie (m ²)	IB Nº de especies/Área	IU Nº de plantas/Área
ZM1	2	220	266	0,007	0,119
ZM2	3	113	831	<u>0,024</u>	<u>0,357</u>
ZM3	6	28	594	0,010	0,047
ZM4	8	619	507	<u>0,015</u>	<u>1,220</u>
ZM5	9	78	1.189,8	0,007	0,065
ponderado	28	1.058	3.387,8	0,008	0,312

Por consiguiente al conocer el (IB) e (IU) del sistema de producción del Sr. Jesús y de la familia Lozada se encontró un total de 3058 plantas cultivadas, que representan un total de 55 especies en las diferentes zonas de manejo en el sistema de la familia Lozada y 1.058 plantas cultivadas con un total de 13 especies en el sistema de producción del Sr. Jesús Portillo, observándose un menor (IB) (0,008) con respecto al sistema de producción de la familia Lozada que se encontró un (IB) en (0,018).

Esto nos indica que el suelo productivo es más aprovechado, porque tiene una alta densidad de plantas cultivadas en la unidad de producción.

Al considerar la diversidad de plantas cultivadas en las diferentes zonas de manejo en el sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo, encontramos una mayor presencia de plantas cultivadas en la zona de manejo 2, seguidamente de la zona de manejo 4, como se puede observar en la siguiente reseña:

ZM2>ZM4>ZM3>ZM1>ZM5.

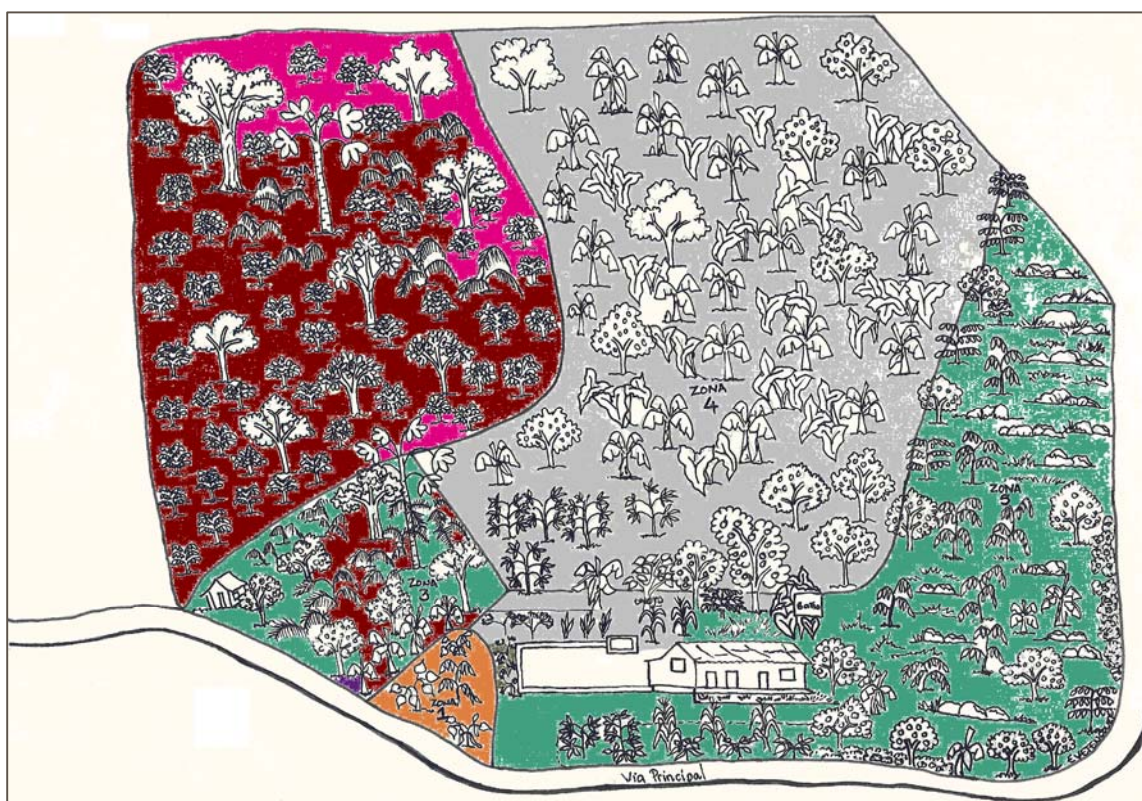
En cuanto a la intensidad de uso del suelo o máximo aprovechamiento del mismo se encontró la siguiente secuencia **ZM4>ZM2>ZM1>ZM5>ZM3**. Estos índices nos permiten establecer indicadores para evaluar la capacidad de sostenibilidad de un suelo altamente cultivado con diferentes especies y plantas.

De los tres sistemas bajo estudio solamente el de la Familia Lozada y el del productor Jesús Portillo fueron considerados para evaluar el índice de biodiversidad y la clasificación de zonas de manejo, porque el sistema de la Familia Santos (3), tiene el cultivo café a plena exposición es decir sin sombra en una superficie de 12 has con una población de 18.000 plantas de café aproximadamente, sin embargo este sistema de producción es característico del sector (Chapa) y de los dos sistemas anteriores (1) y (2).

Los sistemas de agricultura campesina evaluados en este trabajo, mostraron que existe un nivel de diversidad de especies cultivadas en las diferentes áreas o zonas de manejo de cada sistema y que cada zona cumple una función o uso específico en el sistema productivo de cada familia. Así mismo, se evidenció que existe un conocimiento empírico en el manejo agroecológico de los mismos. La intensidad de uso del suelo fue tres veces mayor (0,979) en el SAC de la familia Lozada que en el del Sr. Portillo (0,312) y en el del Sr. Santos.

IV.1.1.3.0. Clasificación Local de los suelos del Sistema de Agricultura Campesina 2 Sr. Jesús Portillo.

. En la Figura 6 se muestra el Mapa de la clasificación de los suelos de la parcela, del Sr. Jesús Portillo, donde se pueden apreciar los diferentes tipos de suelo de acuerdo a su percepción y la capacidad del saber local como investigador de su propia unidad de producción. Donde se codificaron con un color para identificar los diferentes tipos de suelo. En el Mapa se observan que se clasificaron cinco (5) tipos de suelo, con características diagnósticas muy particulares.



Clasificación Local de los Tipos de Suelo

Figura 6. Mapa Clasificación Local de los Suelos Sistema de Agricultura Campesina 2 - Sr. Jesús Portillo.

- 5. Tierra Pedregosa
- 4. Tierra. Negra y piedras
- 3. T. Pedregosa y Negra
- 2. Tierra Negra y Roja
- 1. Tierra roja con piedras

Dentro de la perspectiva del conocimiento local que tienen los productores de su unidad de producción, se logró generar un mapa local de suelos, donde el Sr. Jesús Portillo con toda la facilidad y su alto nivel de experiencia expresó con sus propias palabras los diferentes tipos de suelos y sus limitantes de acuerdo a la calidad.

En cuanto a la clasificación generada por el productor, predomina desde el punto de vista de limitación el excesivo nivel de pedregosidad, sin embargo esta limitación está asociada al color de los suelos. De igual manera generó indicadores asociados a la fertilidad, como se observa en la Figura 6.

-  **Tierra roja con piedras** cultivada con leguminosas (caraotas y frijol).
-  **Tierra negra y roja** área cultivada con café bajo sombra de forestales Teca y Guamo.
-  **Tierra pedregosa y negra**, área establecida con forestales.
-  **Tierra negra con piedras**, área cultivada con café, allí manifestó que esta tierra es muy buena, ya que tiene lajitas.
-  **Tierra pedregosa**, zona con más limitaciones de toda la unidad, cultivada principalmente con Quinchonchos.

Resulta claro comprender la capacidad de análisis descriptivo que tiene el productor para diferenciar los niveles de fertilidad de los suelos. Parece ser que un cierto nivel de pedregosidad del suelo lo considera bueno cuando señala que donde hay “Lajitas” la tierra es buena (ZM4), mientras que si la pedregosidad es excesiva, lo considera malo (ZM5).

Un trabajo similar realizado por Calderon, (1983) en Chinamperas del Valle de México, evaluando los atributos de los suelos, utilizó una metodología similar para la recolección de datos donde una de las metodologías participativas fueron las “Entrevistas Abiertas” a los campesinos de la zona para obtener la información sobre suelos, así como las labores agrícolas. Ellos encontraron en su investigación clasificaciones de tierras en dos áreas bien definidas, entre ellas, en Maquixus los campesinos clasificaron 8 ocho clase de tierras y en Mixquic nueve (9) clases, hizo un muestreo de cada clase, considerando los atributos que los campesinos indicaron como relevantes para cada clase de tierra, entre ellos: color, textura, humedad, densidad aparente, pH, materia orgánica, cationes básicos, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico y nitrógeno total. Ellos finalmente concluyen que los campesinos de Maquixco mantienen una

clasificación edafológica más detallada que los campesinos de Mixquic, al comparar ambas áreas se presentaron diferencias significativas.

En el mismo marco Mairura et al., (2007) evaluaron indicadores para distinguir productividad y no productividad de los campos, tomando en cuenta: los rendimientos del cultivo, el color del suelo, la textura y el área que está cultivada, a diferencia de este trabajo que los indicadores fueron generados por los propios productores, a través de la metodología participativa con las entrevistas semiestructuradas.

Por otra parte Barrios, y Trejo (2003) señalan que existe una creciente atención al conocimiento local del suelo en los últimos años, y esto forma parte del resultado de un mayor reconocimiento al saber de las personas que han estado interactuando con sus sistemas de producción y estos conocimientos empíricos pueden ofrecer muchas ideas sobre la gestión sostenible de los suelos tropicales.

IV.1.1.3.1.1 Distribución Horizontal del sistema de Agricultura Campesina Familia Santos.

Este sistema de producción se caracteriza por tener cultivado solamente café sin sombra, ubicado a una altura de 1.275 m.s.n.m, cuyas coordenadas geográficas son: 339791E 1037781N. El cultivo de café es un rubro que fue el principal cultivo establecido en la zona, existen cafetales bajo sombra y a plena exposición solar.

Como se observa en la Figura 7, este es un sistema basado en la producción de café como monocultivo, con un componente animal; cabe señalar que este sistema fue el único que poseía el componente animal (ganado vacuno y porcino). La producción de leche (12 vacas), es el alimento que percibe la familia diariamente, elaboran quesos y mantequillas y forma parte de los ingresos que percibe la familia Santos. De allí la importancia de considerar esta unidad de producción porque su producción principal es el cultivo de café, rubro presente en los dos sistemas de de producción diversificados, de igual manera el café es un cultivo tradicional.

La superficie establecida con Café Criollo es de 12 has, con muy escasa sombra, como se observa en la Figura 7 el procesamiento del café lo realiza en la unidad de producción, es el sistema de producción más cercano a la Línea Base.

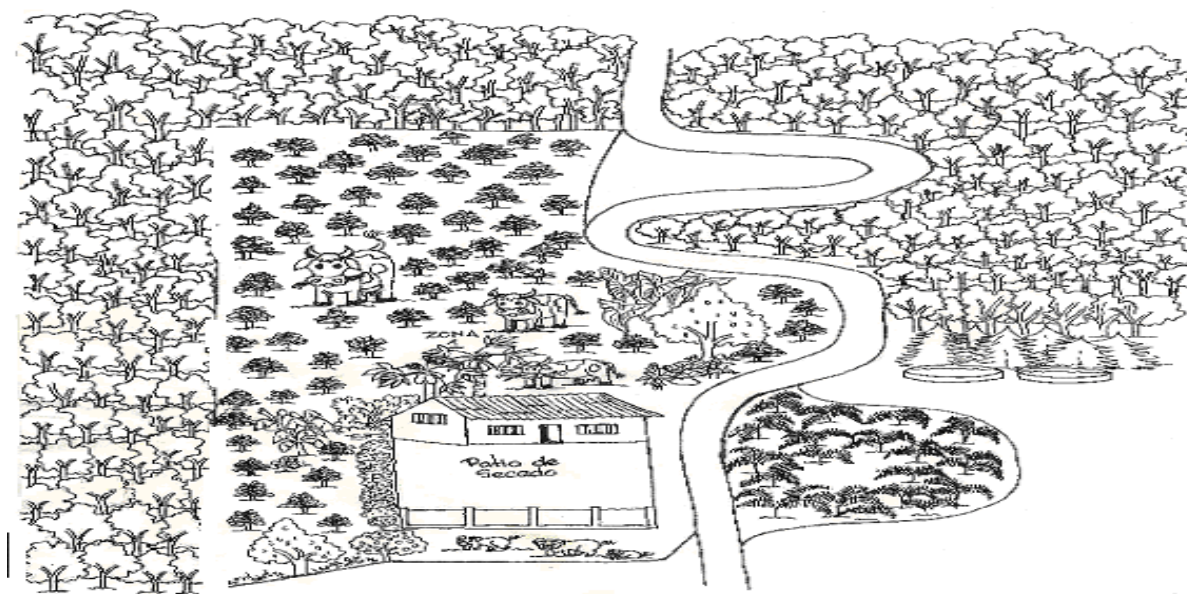


Figura 7. Mapa de distribución horizontal del sistema de Agricultura Campesina – Familia 3. Familia Santos- Zona de Manejo 1.

En lo que respecta al tiempo de establecimiento de la familia Santos en la Unidad de Producción tiene más de 15 años en la parcela; en tal sentido la familia es medianera, es decir no son los dueños de la parcela, de allí la poca diversidad de especies cultivadas en el sistema. Sin embargo se hizo el muestreo respectivo; se trazaron tres puntos de muestreo a diferentes profundidades de (0 – 20 cm) y (20 – 40 cm), donde se evaluaron todos los parámetros físicos, químicos y biológicos.

En efecto al realizar la entrevista abierta y se establece el diálogo relacionado a ciertas cualidades de suelo de la Unidad de producción, la respuesta fue asociada principalmente a la unidad de producción de la familia paternal, es decir hacía una mayor correlación de los suelos de la parcela donde ella había vivido casi toda su vida.

IV.1.1.3.2. Entrevistas abiertas basadas en la metodología cualitativa e interpretativa.

Las metodologías participativas son una herramientas o instrumento apto para estimular el dialogo e intercambio (Stoian, D 2005, y Geilfus, F 2000). La entrevista abierta semi-estructurada, utilizada para la recolección de la información en cada sistema de producción se estableció con preguntas claves predefinidas en un tiempo no mayor de una hora, generando una actitud de confianza explicando porque estamos allí; en ningún momento el entrevistador puede ayudar a una respuesta. Estas entrevistas abiertas fueron acompañadas por otras herramientas participativas como lo es el mapeo y la observación directa de campo.

A continuación se muestran las preguntas y sus respectivas respuestas de las entrevistas realizadas a los diferentes agricultores actores principales de este trabajo.

A. Familia Lozada: Sr. Pedro Lozada.

P: ¿Sr. Pedro que opina Ud. de la zona donde vive?

■ R: Cuando uno empezó a sembrar café parecía que había más “vitamina en la tierra”, porque ahora es muy “lígale la mata”. ¡Antes uno metía la mata y prosperaba de una vez, ahorita la tierra está muy flaca!

■ Antes en esas fincas había siembra de muchas cosas: Maíz, Caraota, Yuca y mucho Café; ahora lo puro plantado es mandarino ¡entonces con el tiempo iremos a “cucharear” será mandarino! ¡La gente le pareció más fácil para agarrar más cobres!

P: ¿Y como es su parcela Sr. Pedro y como son los suelos aquí?

- R: ¡Todo lo que uno siembra aquí se da, tampoco se puede buscar la manera de sembrar muy hondo, porque la vitamina de la tierra está arriba!
- ¡La raíz busca p’ arriba buscando la vitamina, sembrar hondo no vale la pena! La raíz p’abajo no tiene donde mantenerse.

- El suelo que es de color rojo, ¡allá tenía plantado yuca!, luego sembré café Caturra y no se dió ¡tres veces sembré! y no se dió, sembré café Obregón y se dió sin abonar, este es un café de tierras flacas!
- Aquí también hay mucho cascajo cuando uno profundiza y mucha piedra delgada.

Entrevistas Semiestructuradas - Específicas de contraste
(Sr. Jesús Portillo).

B: Sr. Jesús Portillo,

P: ¿Sr. Jesús, donde tiene los mejores suelos en su parcela?

- R: Donde hay lajitas, eso es una maravilla para el café, allá donde tengo el café.
¡Pero hombre! Uno no hace el experimento!
Hay otra tierra, de esta misma, que es toda ¡tierra colorada!. No muy buena para el cultivo porque es ¡colorada!

C: (Sra. Maribel Santos Portillo).

P: ¿Donde tienen sembrados ustedes sus cultivos? ¿Observan diferencias en los suelos? ¿Como son los suelos aquí?

- R: Hay cosechas que se dan más mejor, y hay en parte que no ¡será que de tanto trabajarlas ya están cansadas!
¡Aquí yo observo que la tierrita “esa” es más pobre donde sembramos yuca!
Aquí todo lo más es jelecho que se da !
Yo digo, que será por el jelecho que la tierra está más pobre, más seca, no se produce mejor, también está donde no se producen bien las plantas.

IV.1.1.3.3. Interpretación y análisis de datos – metodología cualitativa.

Según la información aportada por los productores en cuanto a la variable suelo, se observa que los productores manifiestan criterios de clasificación de suelos de acuerdo a la fertilidad, así como a ciertas cualidades físicas de los mismos; de tal forma que logran diferenciar los tipos de suelos por ciertas propiedades. Uno de los aspectos relevantes es que ellos le dan mucha importancia al tipo de suelo para la selección del cultivo a establecer en su parcela y zona de manejo. Entre los indicadores locales

comunes en estos sistemas de agricultura campesina, para caracterizar la fertilidad de los suelos, destaca el término “tierra flaca”, asociado a la poca o baja fertilidad, de igual manera la presencia de plantas no cultivadas como el helecho (***Helecho peinne***) y el café de hoja ancha como cultivo adaptable a suelos de baja fertilidad.

Muchos indicadores locales son especialmente útiles por los agricultores para dar seguimiento y clasificación de la calidad de los suelos y del ambiente de una parcela. Como se puede observar en la correspondencia de indicadores locales de propiedades de diagnósticas, en nuestro trabajo de investigación se encontró que existe una categorización asociada a la fertilidad de los suelos asociada a la fertilidad de los suelos, donde se señala características diagnósticas que logran codificar y diferenciar tipos de suelo de acuerdo a la fertilidad, y que existen plantas no cultivadas y cultivo como el café de hoja ancha que se adapta a suelos de baja fertilidad o suelos flacos término utilizado por los agricultores.

IV.1.1.3.4. Correspondencia de indicadores locales con propiedades diagnósticas

INDICADOR

LOCAL	TÉCNICO
■ Suelo de Color Rojo. ■ Tierra flaca ■ La Vitamina de la tierra está arriba. ■ Cascajo – Laja-Lajitas – Mucha Piedra. ■ Helecho – Café Obregón ■ No sembrar hondo. La raíz p’abajo no tiene donde mantenerse. ■ Café Obregón se dió sin abonar, este es un café de tierras flacas!	■ Color, baja fertilidad. ■ Baja Fertilidad. ■ Contenido de nutrientes en la capa superficial del suelo. ■ Pedregosidad, buena fertilidad física y química. ■ Tipo de vegetación; planta indicadora de baja fertilidad de suelo (helecho) ■ Suelo con baja fertilidad subsuperficial, profundidad efectiva. ■ Selección de cultivos adaptados a las condiciones del suelo.

Se observa que existe una correspondencia entre los indicadores locales al asociarse a ciertas propiedades diagnósticas de los suelos. Los productores tienen un conocimiento asociado al saber técnico, de allí la importancia de buscar la complementariedad de los saberes y de lograr el rescate de ese conocimiento empírico que es de gran importancia para comprender mejor el sistema, porque son los productores que por su permanencia en su unidad de producción por muchos años conocen ciertas fortalezas y debilidades del sistema productivo, expresándolo con sus propias palabras. El proceso participativo demuestra que tiene un potencial considerable para facilitar el consenso con los agricultores y agricultoras (Barrios y Trejo 2003).

Un estudio similar lo realizaron Maurura et al., (2007) en Kenia donde investigaban los indicadores locales de calidad de suelo de acuerdo a la percepción de los agricultores encontraron que los mismos fueron consistentes con los indicadores técnicos, en la zona de Chuka y sus divisiones también en Gachoka, de igual manera muchos indicadores utilizados por los agricultores asociando a ciertos criterios tales como: el color del suelo, la textura, la abundancia de malas hierbas, rendimiento del cultivo ha permitido a los agricultores en las diferentes áreas de estudio en distinguir en diferentes campos diferenciar los suelos de “alta” y “baja” fertilidad.

En lo que respecta a las plantas cultivadas y no cultivadas llamadas “malas hierbas” también son utilizadas por los agricultores y agricultoras como indicadoras de calidad de suelo. Dentro de este marco Pérez y Read, (2004), señalan que una de las relaciones más importantes entre plantas especialmente los árboles y microorganismos es la micorriza, el principal beneficio para ambos simbiontes micorrízicos es el intercambio de nutrientes como fósforo y nitrógeno a través de las hifas asociadas

Un estudio etnobotánico fue realizado en por Carrillo y Moreno (2007), cuyo propósito fue rescatar el conocimiento acerca de la importancia relativa de especies de uso medicinal en la atención primaria de la salud, evaluaron cuantitativamente la utilización de plantas en tres caseríos de la parroquia Santa Ana del municipio Pampán, estado Trujillo, llevaron a cabo un diagnóstico epidemiológico local y la información

etnofarmacológica obtenida fue registrada mediante la encuesta TRAMIL; la información etnobotánica obtenida revela que los usos terapéuticos suministrados por las personas con respecto a seis especies medicinales, es relativamente sencilla, dando preferencia a especies cultivadas; observándose que para la preparación de los tratamientos tradicionales, se utilizan las partes aéreas de las plantas, las cuales son sometidas a cocción para ser administradas por vía oral. El rescate del conocimiento local debe considerarse en todas las ramas de las ciencias.

IV.1.1.4.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos-sistema de agricultura campesina – familia Lozada.

IV.1.1.4.2. Variables Físicas:

Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo:

La distribución del tamaño de partículas es una de las propiedades físicas más importantes de los suelos, ya que junto a la estructura determina el comportamiento físico e hidrológico del suelo. Se puede observar en el Cuadro 14, que el contenido de arcilla, en las diferentes zonas de manejo, se encuentra entre 12,87 y 23,73% en la profundidad de 0-20 cm. También se observa que las clases texturales del suelo, en ambas capas (Cuadros 14 y 15) son similares (F) en todas las zonas de manejo, lo cual refleja que los cambios observados en otras propiedades son posiblemente debidos al uso y manejo y no a grandes diferencias texturales. (Murage et al., 2000). Sin embargo, hay que destacar que en este tipo de suelo, diferencias en contenido de arcillas cercanas al 10 %, pueden ser muy importantes en la disponibilidad de agua y nutrientes para los cultivos.

Cuadro 14. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo, zona de manejo (ZM1). Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada de 0- 20 cms.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Clase textural
	<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
1	12,87	38,75	48,38	19,19	5,39	5,04	9,95	8,80	F
2	14,97	40,17	44,86	4,87	4,53	3,70	11,03	20,73	F
3	14,72	48,10	37,18	20,14	4,46	2,58	5,26	4,74	F-FL
4	23,73	38,93	37,34	5,87	5,09	3,75	9,72	12,91	F
5	17,61	35,12	47,28	37,90	5,67	0,75	0,96	2,00	F
6	16,88	49,43	33,69	13,36	7,23	4,71	5,50	2,90	F

Cuadro 15. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistemas de Agricultura Campesina. Familia Lozada de 20 - 40cms.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Clase textural
	<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
1	12,73	39,87	47,40	17,24	5,39	5,04	9,95	9,78	F
2	15,00	40,11	44,89	4,76	4,50	3,60	11,00	21,03	F
3	8,11	42,49	49,40	29,50	6,54	5,54	6,28	1,55	Fa - F
4	17,41	34,72	47,87	19,64	7,32	4,16	9,25	7,50	F
5	15,03	40,17	44,80	16,40	8,55	5,95	7,15	6,75	F
6	16,88	49,43	33,69	13,36	7,23	4,71	5,50	2,90	F

Densidad aparente (Mg.m^3): Los valores de densidad aparente (Da) reportados en los primeros 20cm de las diferentes zonas de manejo varían entre 0,85 y 1,40 Mg.m^3 ; encontrándose el menor valor de Da en la ZM5 en los primeros 20 cm. Tal como se visualiza en el Cuadro 16 la variación fue de 0,97 a 1,44 Mg.m^{-3} , observándose el máximo valor de Da en la ZM2; de igual manera, en esta zona se reportó el porcentaje más bajo de porosidad total (48,63 %) y de contenido de materia orgánica.

Cuadro 16. Propiedades físicas de los suelos en las diferentes zonas de manejo del Sistema de Agricultura Campesina 1– Familia Lozada de 0 - 20 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	PT (%)	P>15 um (%)	AE>0,25 mm (%)	Ks, (cm.h ⁻¹)
2	1,40	55,42	18,49	65,66	5,77
3	1,05	58,17	18,20	57,66	23,95
4	1,17	48,58	17,76	53,33	9,12
5	0,85	62,38	19,21	57,00	21,61
6	1,06	46,69	17,21	51,00	6,89

La ZM1, no se pudo muestrear para evaluar estas propiedades físicas del suelo debido al alto nivel de pedregosidad.

Cuadro 17. Propiedades Físicas encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 20 - 40 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25 mm (%)	Ks (cm.h ⁻¹)
2	1,44	50,51	18,02	45,00	2,28
3	1,33	47,47	16,17	56,00	6,30
4	0,99	65,67	23,87	55,66	8,91
5	0,97	75,85	27,60	56,33	5,75
6	1,13	64,60	19,39	54,66	9,81

Según la prueba de medias de rangos múltiples de Duncan se encontraron diferencias altamente significativas en la densidad aparente entre las zonas de manejo y a nivel de las profundidades como se puede observar en los Cuadros 18 y 19. Además se encontró los mayores porcentajes de porosidad en la ZM5, área cultivada con Musaceas.

Cuadro 18. Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo. Densidad Aparente. (Mg.m³).

Duncan (Grupos)	Medias	Zonas
A	1.42167a	2
B	1.16000 b	3
B	1.11700 b	6
B	1.08000 b	4
C	0,92286 c	5

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 19. Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad con la variable Densidad Aparente.

Grupo de Duncan	Media	N	Prof (cms)
A	1.17a	15	20 – 40
B	1.08b	21	0 - 20

p<.0005. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas

La misma tendencia de la densidad aparente se observa a otro nivel de profundidad de 20 - 40 cm, encontrándose dos grupos bien definidos según la prueba de Duncan, con diferencias altamente significativas (p<.0001).

En el Gráfico1, se observa el comportamiento de la densidad aparente según la profundidad. En la zona de manejo 4 la densidad aparente disminuyó a mayor profundidad, comportamiento completamente contrario al resto de las zonas de manejo.

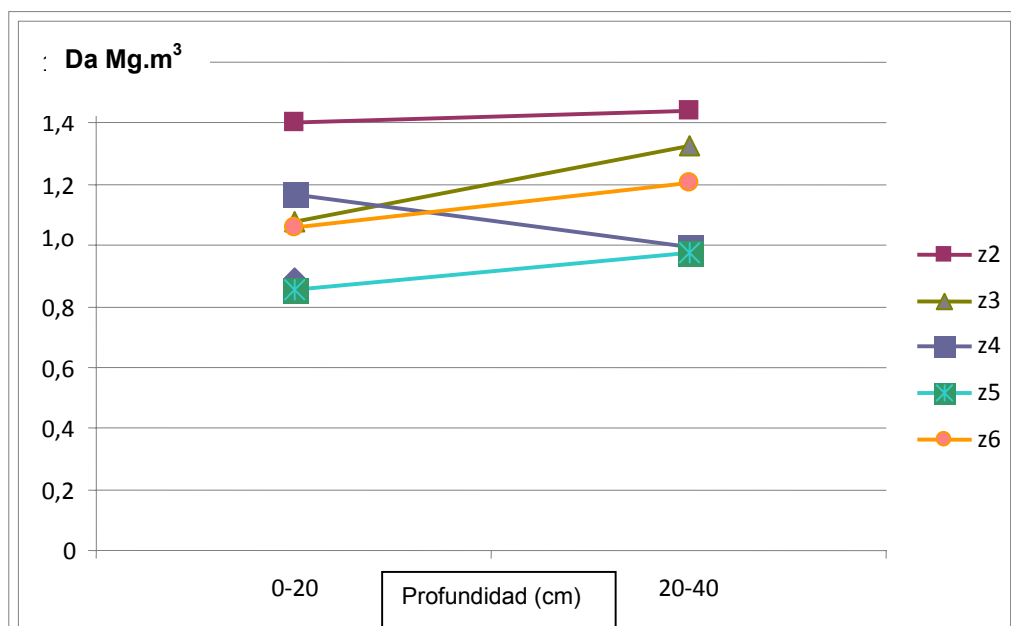


Gráfico 2. Interacción de la Densidad Aparente (Mg.m³) en las diferentes Zonas de Manejo a diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.

Porosidad Total %: Se encontraron porcentajes comprendidos entre 58,98 y 70,70% como se observa en los Cuadros 20 y 21, valores adecuados para un buen desarrollo radicular. Estadísticamente se observan diferencias significativas ($p < 0,05$), en cuanto a las diferentes profundidades. En el Gráfico 3, se puede observar el comportamiento de la porosidad en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Los poros son de diferentes tamaños, formas y continuidad. Estas características influyen sobre la infiltración, almacenamiento y drenaje del agua, el movimiento y distribución de gases, y la facilidad con la cual las raíces pueden explorar el suelo.

Grupos (Duncan)	Media (PT, %)	238	N	ZONA
-----------------	------------------	-----	---	------

Cuadro Grupos de según la Duncan en diferentes manejo de en la porosidad

A	70,701	7	5
B	58,127	3	3
B	57,122	6	4
B	53,091	6	6
B	52,985	6	2

20. medias prueba de las zonas de acuerdo variable total (PT).

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 21. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad en la variable porosidad total (PT).

Grupos	Media (PT, %)	N	Profundidad
A	60,818	15	20 – 40
B	54,714	21	0 - 20

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

En los Cuadros 20 y 21 se observa en las diferentes zonas de manejo los altos porcentajes de porosidad, sin embargo se observa un mayor porcentaje en la ZM5 con un 70,70 %. Valores considerados muy altos, según la clasificación de indicadores de calidad de suelo de Florentino (1998).

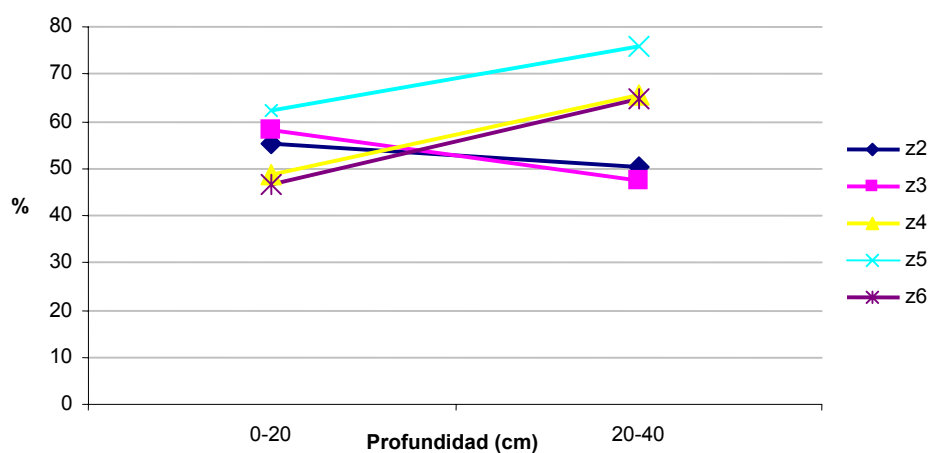


Grafico 3. Porosidad total (%) en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades. Sistema de Agricultura Campesina Familia Lozada

Macroporos $P > 15 \mu m$ (%): Se encontraron porcentajes comprendidos entre 27,27 y 12,33% (valores superiores a 10 % son considerados altos). La tasa de movimiento del agua y de aire a través del suelo es determinada, en gran medida, por el tamaño de los poros. Los macroporos facilitan una rápida percolación del agua y el movimiento del aire. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en las diferentes zonas de manejo y ni a diferentes profundidades.

Estabilidad de los Agregados: Se encontraron altos valores de macroagregados estables al agua ($> 0,250 mm$), oscilando entre 51,00 a 65,66 %, valores adecuados considerados indicadores de buena fertilidad. Cabria et al., (2002) señalan que la dinámica de la descomposición de la materia orgánica del suelo influye en la formación y estabilidad de los distintos tamaños de agregados, destacando que la estabilidad de los macroagregados podría ser transitoria ya que el mantenimiento del nivel de agregación depende del modo y la frecuencia con que la materia orgánica particulada llega al suelo y hacen referencia a que la macroagregación es controlada por el manejo; de igual forma señalan que la dinámica de la descomposición de la materia orgánica es el elemento principal que fundamenta el nivel de perdurabilidad de los agregados, formación y estabilidad (Oades 1984).

Un trabajo similar lo realizaron Mairura et al., (2007) donde se integró el conocimiento local de plantas indicadoras asociadas a la fertilidad de los suelos, en dos localidades de Kenia; encontraron diferencias al evaluar el porcentaje de agregados estables al agua donde reportaron 44% de macroagregados ($> 212 \mu\text{m}$) en los suelos de baja fertilidad y 47% donde los suelos indicaron que eran de mejor fertilidad.

Conductividad Hidráulica saturada (Ks): Se reportan valores en el flujo o movimiento de agua dentro del perfil muy altos (entre 23,95 y 5,77 cm.h^{-1}) en los primeros 20cm; esto se debe a los altos contenidos de materia orgánica encontrados y al volumen de fragmentos gruesos, siendo, en general, la velocidad de flujo de alta a muy alta (superiores a 2 cm.h^{-1} , según Florentino, 1998). Aunque a partir de los 20 cm los valores de Ks son menores (2,28 a 9,81 cm.h^{-1}), estos sin embargo siguen siendo muy altos. Se encontraron diferencias significativas $p \leq 0,05$ de conductividad hidráulica (Ks), en las diferentes zonas de manejo y en la interacción con la profundidad. De igual manera, se encontraron diferencias de acuerdo a la profundidad, generándose dos grupos bien diferenciados, como se puede observar en el Cuadro 23.

Cuadro 22. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Conductividad Hidráulica.

Grupos (Duncan)	Media (Ks, cm.h^{-1})	N	ZONA
A	14.177a	9	3
A	13.281a	7	5
B A	9.015ba	6	4
B A	7.840ba	6	6
B A	4.023ba	6	2

$p < .0005$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Cuadro 23. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la profundidad en la variable conductividad hidráulica

Grupos	Media (Ks cm.h ⁻¹)	N	Profundidad
A	11.73a	21	0-20
B	6.61b	15	20-40

p<.0005. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

IV.1.1.4.3. Variables Químicas:

pH: Se encontraron rangos de pH entre 3,2 y 3,7 en las diferentes zonas de manejo, considerados éstos como suelos extremadamente ácidos. Es necesario recordar que estos sistemas se encuentran en zonas que tienen una pendiente con más del 20%, sin embargo, son áreas que están completamente cultivadas y son productivas. Al realizar las pruebas de medias según Duncan, no se encontraron diferencias significativas en las diferentes zonas de manejo, y diferentes profundidades como se observa en los Cuadros 24 y 25.

Algunos autores señalan que el pH está asociado a los altos contenidos de materia orgánica y su dinámica, cuya descomposición contribuye a la liberación de ácidos orgánicos que acidifican la solución del suelo (Mairura et al., 2007).

Cuadro 24. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo al pH.

Grupos (Duncan)	Media (pH)	N	ZONA
A	4,11	7	5
B A	3,74	3	1
B A	3,60	5	6
B	3,51	9	3
B	3,49	6	4
B	3,37	6	2

p>0,005. No hay diferencias significativas.

Cuadro 25. Grupos de medias según la prueba de Duncan del pH en las diferentes profundidades.

Grupo (Duncan)	Media (Duncan) (pH)	N	Profundidad
A	3.75a	15	20 – 40
A	3.56a	21	0 - 20

p>0,005. No hay diferencias significativas.

El mayor valor de pH se encontró en la zona de manejo 5, área cultivada con Musaceas, seguidamente de establecida con frutales, y consideramos que unos de efectos más pronunciados es que estos sistemas de producción están establecidos en una zona rural con más del 30% de pendiente.

El alto nivel de acidez que presentan estos suelos está directamente asociado a una deficiencia de nutrientes bajo los criterios convencionales de evaluación de la fertilidad de los suelos, como el Calcio (Ca^{+2}) lo cual limita el desarrollo radicular de las plantas y agrava con el tiempo la capacidad del suelo para suplir nutrientes a las mismas (Barrios y Trejo, 2003).

Materia Orgánica (MO%): La MO está compuesta por fracciones de diferente complejidad. Las más lábiles, responsables de suministrar nutrientes a las plantas, son más sensibles a los cambios producidos por las prácticas de manejo del suelo y del cultivo (Dalurzo et al., 2005).

Se encontraron altos contenidos de materia orgánica (5,89 - 8,49 %) en el suelo, sin embargo los porcentajes más bajos de materia orgánica (1,6 – 2,9%) fueron encontrados en la ZM2; así mismo se observa que hay un menor contenido de materia orgánica a partir de los 20 cm de profundidad, como se muestra en el Gráfico 4.

En la ZM2 la familia tiene actualmente cultivado café Canéfora, esta especie se ha adaptado a estas condiciones, es aquí donde el productor le llamó “tierra flaca”, indicando que era la zona de manejo con más baja fertilidad de toda la unidad de producción.

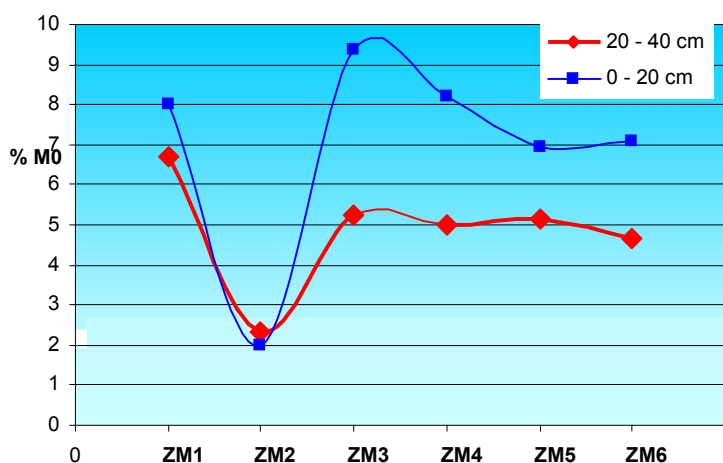


Gráfico 4. Porcentaje de Materia Orgánica en las diferentes profundidades. S.A.C- Familia Lozada.

Como se observa en el Gráfico 4 en la ZM3 que esta cultivada con café y naranjas es la zona con el nivel 3 de la mayor biodiversidad de acuerdo al IB, se observa los mayores porcentajes de materia orgánica en las diferentes profundidades.

Nourbakhsh (2008) señala que las prácticas de manejo del suelo influyen en los niveles y calidad de la materia orgánica; en estudios realizados en áreas deforestadas y forestadas encontraron un decrecimiento significativo del carbono orgánico en el suelo, reportándose $34,2 \text{ g.kg}^{-1}$ en las áreas forestadas y $12,5 \text{ g.kg}^{-1}$ en las áreas deforestadas.

Por otra parte un estudio realizado en Kenia, donde evaluaron indicadores locales de calidad de suelo, coincidieron con los reportes de la evaluación del carbono orgánico (CO), donde encontraron 36 mg.kg^{-1} en suelos clasificados como fértiles y en los suelos de baja fertilidad (Chuka) donde el carbono orgánico era $24,3 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Así mismo estudios realizados por Cabaneiro et al., (2008), donde evaluaron los efectos de la agricultura de barbecho en la materia orgánica del suelo (MOS) y la dinámica de las emisiones de CO₂ evaluados en el ecosistema de páramo andino tropical, concluyen que la agricultura de barbecho produce cambios moderados en la calidad de la MOS y temporalmente altera la capacidad de emisión de CO₂ de estos suelos.

Estadísticamente, existen diferencias en los porcentajes de la materia orgánica como puede observarse en los Cuadros 26 y 27 correspondiente a las diferentes zonas de manejo de la unidad de producción; de igual manera se encontraron diferencias en cuanto al contenido de materia orgánica a diferentes profundidades presentándose un grupo A con el mayor porcentaje 8,0 % en la ZM1, área cultivada con árboles frutales, un valor medio con un 6,54% en la ZM4 y un menor porcentaje con 4,38 % en la ZM2.

Cuadro 26. Grupos de medias de los contenidos de materia orgánica según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo: 0 - 20cm.

Grupos (Duncan)	Media (MO, %)	N	ZONA
A	8.006	3	1
B A	7.337	9	3
B A C	6.540	6	4
B C	6.192	5	6
D C	5.662	7	5
D	2.980	6	2

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 27. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable MO.

Grupo (Duncan)	Media (%, MO)	N	ZONA
A	7,60a	21	0 - 20
B	4,44b	15	20 - 40

p<.0001. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Álvarez et al. (1995) y Hunt et al. (1996) citado por Torres et al., (2006) encontraron incrementos de los contenidos de materia orgánica en condiciones de no labranza combinada con el uso de abonos orgánicos en comparación con los sistemas convencionales en un rango amplio de tipos de suelo.

Nitrógeno Total (%): En cuanto a los contenidos de nitrógeno total se encontraron porcentajes entre 0,255 y 0,392%, considerados valores de medios a alto, sin embargo se observa que en las ZM1 y ZM2, los contenidos de nitrógeno fueron los más bajos (entre 0,17 % y 0,19 %).

En el Gráfico 5, se pueden observar los contenidos de nitrógeno por zonas de manejo, encontrándose diferencias significativas entre las zonas, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas del nitrógeno relacionado a la profundidad. No hubo interacción significativa desde el punto de vista estadístico entre las zonas de manejo y la profundidad (Cuadro 28 y 29).

Un trabajo similar donde evaluaron algunos indicadores biológicos en áreas forestadas y deforestadas lo llevó a cabo Nourbakhsh (2008) quien encontró 61,7 mgN kg⁻¹ en las áreas forestadas y 26,8 mgN Kg⁻¹ en áreas deforestadas.

Cuadro 28. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Nitrógeno Total (NT).

Grupos (Duncan)	Media (%, NT)	N	ZONA
A	0,341a	9	3
A	0.302a	7	5
B A	0.280ba	5	6
B A	0.264a	7	5
B A C	0,264bac	6	4
B C	0.197bc	6	2
C	0,174c	3	1

p<0,01. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 29. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (NT)	N	ZONA
A	0.29424	21	0 - 20
A	0.24433	15	20 - 40

p>0,005. No hay diferencias significativas.

Estos autores Gliessman, et al., (1981) evaluaron la distribución del nitrógeno en cinco agroecosistemas locales típicos de las tierras bajas del trópico del Sureste de México: Monocultivo de Maíz, Maíz con Frijol, Yuca, Policultivos y Arroz. La biomasa total fue medida y los contenidos de nitrógeno mensualmente fueron determinados en los residuos muertos y vivos. Los componentes de cultivos se dividieron en raíces, tallos, hojas, frutas y flores. Concluye y demostró que el mantenimiento del nitrógeno en los sistemas depende, en gran medida, de la proporción de biomasa neta debido a que estas se devuelven al sistema.

Un trabajo similar donde Nourbakhsh (2008) evaluó en la región de Lordegan, ubicada en el Oeste de Irán, algunos indicadores biológicos en áreas forestadas y deforestadas lo llevó a cabo donde encontraron diferencias significativas en los contenidos de Nitrógeno, reportándose $61,7 \text{ mgNkg}^{-1}$ en las áreas forestadas y $26,8 \text{ mgNkg}^{-1}$ en áreas deforestadas. Señala que el Nitrógeno potencialmente mineralizable es como una piscina de nitrógeno (biológicamente activo) y cuando se deforesta es como eliminar el nitrógeno (N) de los suelos. Dado que más del 97% del total de N de los suelos existe en forma orgánica, con una reducción del nitrógeno potencialmente mineralizable es posible anticipar el agotamiento del carbono orgánico del suelo (SOC). Este mismo autor hace referencia que el carbono orgánico (CO) del suelo representa la energía y el estatus de los suelos y está relacionado funcionalmente con la mayor parte de los procesos biológicos; de igual manera menciona que los resultados corroboran que el Carbono orgánico del suelo (SOC) tiene un alto grado de influencia en la actividad de las enzimas del suelo y el N disponible. De igual manera señala que el mayor contenido de carbono del suelo puede soportar más actividad biológica debido a la energía y los nutrientes disponibles.

En la Figura 6 se muestra el mapa de clasificación de los suelos de la parcela del Sr. Jesús Portillo, donde se pueden apreciar los diferentes tipos de suelo de acuerdo a su percepción y la capacidad del saber local como investigador de su propia unidad de producción. Donde se codificaron con un color para identificar los diferentes tipos de suelo. En el mapa se observa que se clasificaron cinco (5) tipos de suelo, con características diagnósticas muy particulares, que permite inferir el nivel de descomposición de los residuos orgánicos en los suelos; los valores encontrados oscilan entre 10,40 y 13,99, encontrándose diferencias altamente significativas.

En el Gráfico 5, se observan los diferentes valores de C/N siendo éstos menores a 30. Esta relación de estas dos variables, Jackson et al., (2007) señalan que una relación C/N entre 8 y 12 permite que haya un equilibrio entre la formación de humus y la mineralización, principalmente en los sistemas basados en la biodiversidad. En el Cuadro 30 destaca que se encontraron diferencias significativas de la relación C/N en las diferentes zonas muestreadas, encontrándose cuatro grupos definidos.

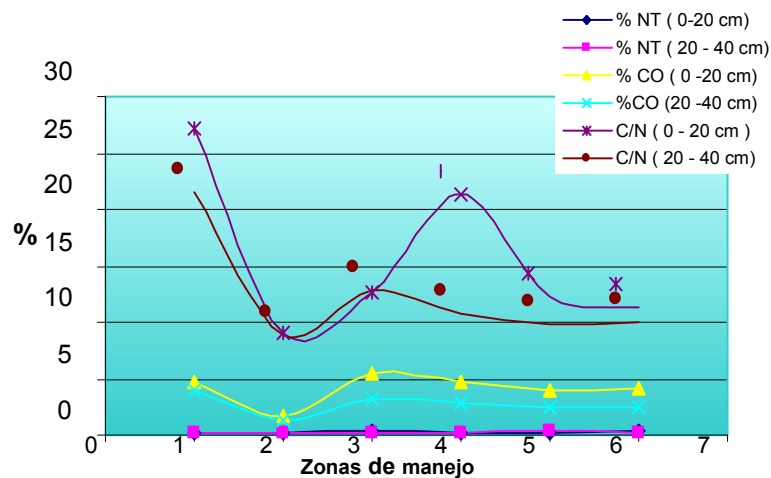


Gráfico 5. Comportamiento de la Relación C/N, % Carbono Orgánico -% NT. S.A.C. - Familia Lozada

Como se observa en el Gráfico 5, la relación C/N en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades, es menor a 30 y los porcentajes de carbono orgánico (CO) superan el 4% en los primeros 20cm a excepción de la ZM2, área considerada por los productores del sistema de producción como lo suelos menos fértiles de su parcela.

Cuadro 30. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Relación C/N.

Grupos (Duncan)	Media (C/N)	N	ZONA
A	27,077a	9	3
B	15,898 b	7	5
C B	12,610 cb	5	6
C B	12,596 cb	7	1
C B	12,48cb	6	4
C	10,754c	6	2

p< 0,05. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC, cmol.kg^{-1}): En las diferentes zonas de manejo se encontraron valores similares de la capacidad de intercambio como se observa en el Gráfico 6, sin embargo a mayor profundidad se visualiza una CIC hasta de 25 cmol.kg^{-1} . Evidentemente se evidencia que la ZM2, es la que muestra el menor valor de CIC en las diferentes profundidades ($12 - 16 \text{ cmol.kg}^{-1}$).

La materia orgánica contribuye a un incremento de las cargas negativas y promueve el aumento de la CIC, no obstante los valores bajos encontrados en la ZM2, área donde se encontró la mayor presencia de Helecho, son bajos porque fue donde se encontró los porcentajes más bajos de materia orgánica.

En estudios realizados con diferentes tipos de manejo agronómico, Torres et al., (2006) encontraron que una disminución del contenido de carbono orgánico en el sistema convencional trajo como consecuencia una reducción en la CIC, reportándose valores de $15,76$ hasta $17,27 \text{ cmol.kg}^{-1}$, dado la naturaleza franco arenosa de los suelos estudiados.

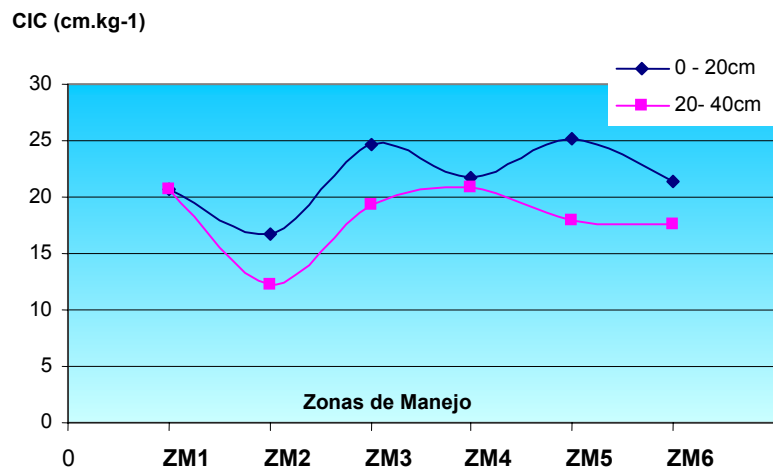


Gráfico 6. Capacidad de intercambio catiónico (cmol.kg^{-1}).
S.A.C - Familia Lozada

En el Gráfico 6 se evidencian los mayores reportes de la capacidad de intercambio catiónico en la ZM3 y ZM5, coincidiendo con los altos porcentajes de nitrógeno (NT) y de materia orgánica encontrados en estas áreas del sistema de producción. De igual manera se encontraron los mayores contenidos en los primeros 20cms en las diferentes zonas de manejo.

Aluminio Intercambiable (Al^{+3}): Se encontraron valores comprendidos entre 0,7 y 4,33 cmol.kg^{-1} con un valor promedio de 2,19 cmol.kg^{-1} en los primeros 20 cm, de igual manera se observa la presencia de aluminio a mayor profundidad. Las mayores concentraciones de Al^{+3} se encontraron en la ZM2, área con la mayor dominancia de Helecho y cultivada con café de hoja ancha, también la ZM4.

Esta presencia de aluminio es producto de la alta acidez encontrada en los diferentes suelos de la unidad de producción; se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las diferentes zonas de manejo, como se observan en el Cuadro 31 los diferentes grupos que se conformaron al evaluar las diferentes zonas de manejo, sin embargo, de acuerdo a las profundidades de las diferentes muestras, no se encontraron diferencias significativas.

Cuadro 31. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a los contenidos de Aluminio (Al^{+3}).

Grupos (Duncan)	Media (Al^{+3})	N	ZONA
A	4,830	6	2
A	4,717	6	4
B A	3,178	9	3
B A	2,114	7	5
B A	1,374	5	6
B	0,700	3	1

$p < 0,05$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Contenido de Hierro (Fe^{+3} , mg.kg^{-1}): Los contenidos de hierro reportados en las diferentes zonas de manejo son considerados altos (175,33 a 311,67 mg.kg^{-1}) con un valor promedio de 283,9 mg.kg^{-1} en los primeros 20 cm, sin embargo, se observa que a mayor profundidad las concentraciones de Fe^{+3} son mayores. En el análisis de varianza (Cuadro 32) las diferencias en las concentraciones de Fe^{+3} en las diferentes zonas de manejo y en las diferentes profundidades son altamente significativas $p (< 0,01)$ como se observa en los Cuadros 32 y 33.

Cuadro 32. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a los contenidos de Fe^{+3} .

Grupos (Duncan)	Media (Fe^{+3})	N	ZONA
A	485,86	7	5
A	481,00	6	2
B A	345,67	6	4
B A	311,67	3	1
B A	206,67	9	3
B	181,00	5	6

$p < 0,01$. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Cuadro 33. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a los contenidos de (Fe^{+3}).

Grupos (Duncan)	Media (Fe^{+3})	N	ZONA
A	479,13	15	20 - 40
B	232,10	21	0 - 20

$p < 0,01$. Las letras diferentes indican diferencias altamente significativas.

Calcio intercambiable (Ca^{+2}): Se encontraron valores muy bajos de calcio, variando entre 0,47 y 2,07 cmol/kg, en las diferentes zonas de manejo y en las diferentes profundidades. De igual manera se observa que a partir de los 20 cm se encontraron valores de 0,37 a 1,3 cmol/kg⁻¹, en las diferentes zonas de manejo, como se observa en el Cuadro 34. Estos valores nos permiten validar los bajos niveles de calcio (Ca^{+2}) en zonas de ladera, donde la lixiviación juega un rol fundamental.

El Ca^{+2} es un nutriente muy importante para el crecimiento de los cultivos. Deficiencias de Ca^{+2} causa deformaciones en el sistema radicular, en las hojas y en el sabor de algunos cultivos.

Cuadro 34. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Calcio intercambiable (Ca^{+2}).

Grupos (Duncan)	Media (Ca^{+2})	N	ZONA
A	1,856a	5	6
B	0.872b	7	5
B	0.813b	9	3
B	0.666b	6	4
B	0,470b	3	1

$p < 0,05$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Conductividad eléctrica (CE): Los valores encontrados de conductividad eléctrica en las diferentes zonas de manejo son relativamente bajos, variando entre 0,547 dS/m hasta 0,166 dS/m; en las pruebas de medias se observan tres grupos con diferencias significativas; también se encontraron diferencias entre las profundidades (Cuadros 35 y 36).

Cuadro 35. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable

Grupos (Duncan)	Media (CE) dS/m	N	ZONA
A	0,547a	5	6
B A	0.4431ba	7	5
B A	0.3790ba	6	2
B A	0.3542ba	9	6
B A	0.3133ba	6	2
B	0.1667b	3	1

Cuadro 36. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de de acuerdo a la variable Conductividad Eléctrica.

Grupos (Duncan)	Media (CE) dS/m	N	ZONA
A	0,547a	5	6
B A	0.4431ba	7	5

P<0,05 Las letras diferentes indican diferencias significativas.

En el Cuadro 37 se presenta un resumen total de valores promedio de todas las variables químicas evaluadas en el sistema de agricultura campesina de la Familia Lozada, donde se observa en las diferentes zonas suelos con pH extremadamente ácidos, bajos contenidos de calcio (Ca^{+2}), así mismo un alto porcentaje de materia orgánica (MO), entre 6,93 a 9,37% a excepción de la ZM2. También se encontró una alta capacidad de intercambio catiónico en las diferentes zonas de manejo a diferencia de la ZM2, que los valores más bajos se encontraron a una profundidad de 20 – 40 cm como se observa en el Cuadro 38.

Cuadro 37. Propiedades Químicas promedios encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 0- 20cm.

Zonas de manejo	pH	MO (%)	NT (%)	CIC (cmol.kg^{-1})	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}
					(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})
1	3,75	8,01	0,17	27,2	0,47	0,7	27,08	311,67
2	3,01	2,01	0,15	16,00	0,30	1,79	9,09	189,00
3	3,36	9,37	0,43	25,10	0,64	2,1	12,61	175,33
4	3,55	8,21	0,26	22,10	0,5	4,33	21,27	210,67
5	3,65	6,93	0,28	25,01	1,12	3,13	12,27	187,33
6	3,67	7,07	0,37	22,03	2,07	1,13	11,29	193,67

Lobartini y Orioli (1988) señalan que la solubilidad del hierro (Fe^{+3}) en un suelo depende del contenido de materia orgánica, de tal forma que la asociación del hierro con los agentes quelantes de la materia orgánica da lugar a la formación de complejos que incrementan considerablemente la concentración y movilidad de este nutriente en la solución del suelo, en los Cuadros 37 y 38 se pueden observar que a diferentes profundidades y en las diferentes zonas de manejo se encontraron altos contenidos de hierro.

En el Cuadro 38, se observan las propiedades químicas de los suelos en el SAC de la Familia Lozada, a una profundidad de 20 - 40 cms, observándose un comportamiento similar a la primera profundidad. De igual manera se puede observar los altos contenidos de materia orgánica en las diferentes zonas de manejo, sin embargo en la ZM2, fue donde se encontró el contenido más bajo de materia orgánica (2,35%); esto se debe principalmente a los pérdidas superficiales del suelo por los arrastres de sedimentos en esta zona.

Cuadro 38. Propiedades Químicas promedios encontradas en el Sistema de Agricultura Campesina – Familia Lozada de 20 – 40 cm.

Zonas de Manejo	pH	MO (%)	N (%)	CIC	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}
				(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})
1	3,75	4,43	0,24	20,10	0,69	3,83	10,57	479
2	3,46	2,35	0,16	13,02	0,37	5,46	8,84	513,67
3	3,53	5,23	0,28	20,00	0,42	4,00	12,85	441,67
4	3,51	4,98	0,27	21,01	0,77	5,40	10,81	444,56
5	4,79	5,15	0,3	18,00	0,86	1,8	9,89	649,67
6	3,86	4,64	0,26	18,01	1,3	1,76	10,05	542,89

La ZM2 se caracteriza por estar cultivada de café de la especie Canéfora; según la familia Lozada, estos son los suelos con menor fertilidad de toda la parcela. La abundancia del helecho en la ZM2 es indicador de suelos muy ácidos.

Así mismo, se observa en los diferentes puntos muestreados y en las diferentes profundidades un comportamiento similar en las variables químicas. En cuanto a las variables físicas evaluadas en estos suelos, tienen una buena porosidad, alta conductividad hidráulica que le permite al suelo un flujo de agua adecuado y una densidad aparente del suelo adecuada para el desarrollo radicular.

IV.1.1.4.4. Variables Biológicas:

Respiración Edáfica: En el Grafico 7 se observan, para las diferentes zonas de manejo, la liberación de dióxido de carbono (CO_2), encontrándose rangos desde 57,8 mcg CO_2 hasta 64,9 mcg $\text{CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{suelo} \cdot \text{día}^{-1}$; estos resultados coinciden con los de Nourbakhsh, (2008) donde encontró un decrecimiento en la evaluación de la respiración basal en áreas deforestadas variando entre 24,9 mcg $\text{CO}_2 \cdot \text{Ckg}^{-1} \text{d}^{-1}$ y en las áreas forestadas 47,1 mcg $\text{CO}_2 \cdot \text{Ckg}^{-1} \text{d}^{-1}$

El incremento de la población microbiana trae consigo un incremento en la producción de CO_2 , y éste puede ser usado como índice de la actividad biológica del suelo como respuesta al abonado y otras prácticas agrícolas (Dalurzo et al., 2005).

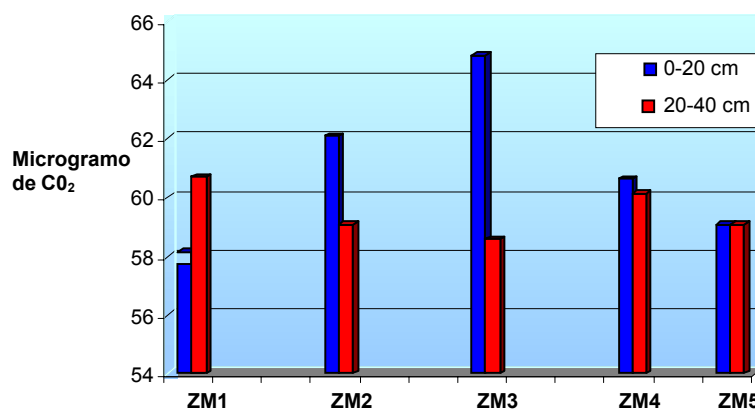


Gráfico 7. Microgramo de $\text{CO}_2 \cdot \text{gr}^{-1} \text{Suelo} \cdot \text{día}^{-1}$
S.A.C - Familia Lozada

En el sistema de agricultura campesina de la Familia Lozada la ZM3 (área cultivada con café bajo sombra) fue donde se encontró las mayores concentraciones de mcgCO_2 , seguido de la ZM2 (cultivada con café y cítricos) en los primeros 20cm. Se observa una reducción significativa a una profundidad mayor de 20 cm; esta reacción se debe al mayor contenido de materia orgánica en los primeros 20 cm, ya que los microorganismos se encargan de descomponer todos los residuos orgánicos a través del proceso de la mineralización y de humificación. De igual manera se observa que mayor profundidad, hay una tendencia similar en las diferentes zonas de manejo.

Goberna, (2003), señala que el suelo alberga una enorme diversidad de microorganismos que juegan un papel fundamental en la regulación de los flujos globales de materia y energía.

Cuadro 39. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Respiración Edáfica.

Grupos (Duncan)	Media (mcgCO_2)	N	Profundidad
A	59,70a	12	0-20
A	58,80a	8	20-40

Como se observa en el Cuadro 39, Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en las diferentes profundidades.

IV.1.1.5.1. Propiedades de suelos sistema de agricultura campesina 2 – Sr. Jesús Portillo.

IV.1.1.5.2. Variables Físicas:

Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo.

Como se puede observar en el Cuadro 40 la distribución de los diferentes tamaños de partículas de suelos, en las diferentes zonas de manejo del sistema de agricultura campesina del Sr. Portillo, son muy variables, presentando grupos texturales clasificados como Franco (F) en la ZM1 (zona cultivada con caraotas y frijol); se encontró un 18,16 % arcilla (<2 μm) y 46,03 % de limo. La ZM2, es un suelo Franco Arcilloso (FA).

La ZM3 (área con forestales) es un suelo Franco (F) como se observa en as diferentes profundidades. La ZM4 (área cultivada con predominio de Musáceas y Cítricas) es un suelo Arcillo Limoso (AL). La ZM5 (área con Quinchonchos) los suelos fueron clasificados como FAL en los primeros 20cm, sin embargo a mayor profundidad los suelos Francos (F). Los contenidos de limo fueron muy similares en las diferentes zonas de manejo donde se encontraron valores desde 42,52 hasta 52,04%.

Cuadro 40. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo. Profundidad de 0-20 cms.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Grupo textural
	<2 μm	2-50 μm	50-2000 μm	50-100 μm	100-250 μm	250-500 μm	500-1000 μm	1000-2000 μm	
1	18,16	46,03	35,81	3,15	7,10	4,58	10,19	10,79	F
2	29,94	46,56	23,51	10,04	4,33	3,09	4,18	1,87	FA
3	20,12	42,67	37,21	5,37	8,78	5,35	11,00	6,71	F
4	45,25	42,52	12,23	0,33	3,67	2,20	3,32	2,72	AL
5	28,10	52,04	19,86	5,32	5,39	2,63	3,76	2,76	FAL

Cuadro 41. Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo del suelo en las diferentes zonas de manejo. Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Jesús Portillo de 20 - 40 cm.

Zona de Manejo	Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Grupo textural
	<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
1	19,81	34,57	45,62	5,44	10,41	7,61	14,57	7,58	F
2	28,80	44,66	26,54	4,31	7,80	3,74	6,33	4,36	F
3	22,53	39,67	37,80	4,37	8,70	5,36	11,26	8,12	F
4	29,61	46,08	24,31	4,23	4,26	3,01	7,24	5,57	FA
5	16,78	50,19	33,04	4,45	6,18	3,74	8,41	10,25	F

Como se puede observar en el Cuadro 41, de acuerdo a la distribución y tamaño de las partículas la clase textural en las ZM1, (área con Leguminosas) ZM2, (café bajo sombra) ZM3 (área con forestales) y ZM5 (área con Leguminosas) estas áreas tiene suelos clasificado como Francos (F) a excepción de la ZM4 suelo clasificado Franco Arcillosos (FA) a una profundidad de 20-40 cms. Dominando el grupo textural de suelos francos, similar a los suelos correspondientes a la familia Lozada.

Densidad Aparente (Mg.m^3): Se observa en este sistema un rango en la densidad aparente comprendida entre 1,09 y 1,25 Mg.m^3 en los primeros 20 cm, encontrándose los valores más bajos en la ZM2 (café bajo sombra de Teca y Guamo) y la ZM3 (área con forestales).

En el Gráfico 8, se puede observar claramente que la densidad aparente es similar en las diferentes zonas de manejo así mismo entre las diferentes profundidades; estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$). Se puede observar, los valores de densidad aparente, encontrándose los máximos valores en la ZM4, valores no críticos para el desarrollo de las plantas.

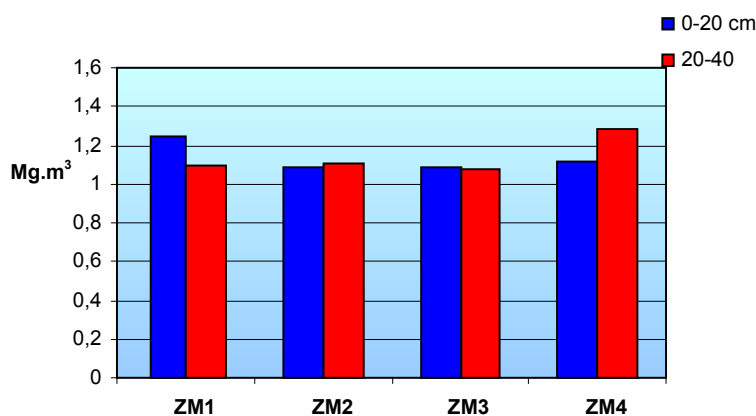


Grafico 8. Densidad Aparente a diferentes profundidades
S.A.C - Sr. Jesús Portillo.

Cuadro 42. Grupos de Medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo. Densidad Aparente. (Mg.m³).

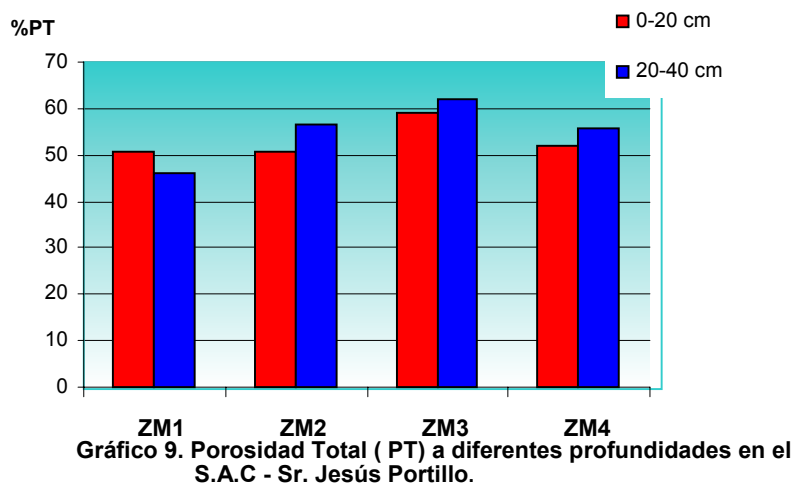
Duncan (Grupos)	Medias	Zonas
A	1.2578 a	1
A	1.1267 a	4
A	1.0866 a	3
A	1.0855 a	2

p> (0,05). Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

En las pruebas de medias se puede observar un solo grupo desde el punto de vista estadístico, donde nos se encontraron diferencias significativas los valores de (DA) son similares en las diferentes zonas de manejo.

Porosidad Total: En cuanto a la porosidad total se encontraron porcentajes comprendidos entre 50,97 y 60,29 %, valores adecuados para un buen desarrollo radicular. De igual manera, se observa en el Gráfico 9, un mayor porcentaje de porosidad en la ZM3 (área con forestales) con 60,29%.

Desde el punto de vista estadístico, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las zonas de manejo, a la vez se encontró interacción con las diferentes profundidades. La ZM3 fue descrita por el señor Jesús Portillo como aquella zona con muy buen suelo para el cultivo de café, porque allí hay presencia de Lajitas.



En los Cuadros 43 y 44, se puede observar la prueba de medias según Duncan, entre las zonas de manejo se encontraron diferencias significativas, sin embargo a diferentes profundidades no hay diferencias significativas.

Cuadro 43. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable % porosidad total.

Grupos (Duncan)	Media (PT)	N	ZONA
A	60.290	5	3
B A	54.300	7	2
B A	53.777	3	4
B	50.970	6	1

$p < 0,05$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Cuadro 44. Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % porosidad total.

Grupos (Duncan)	Media (PT)	N	Profundidad
A	54.965	8	20 - 40
A	54.557	12	0 - 20

$p > (0,05)$. Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

Macroporos $P > 15\mu\text{m}$ (%): Se encontraron porcentajes comprendidos entre 15,34% y 19,37% en las diferentes zonas de manejo a una profundidad de 0 - 20 cm de profundidad, de igual manera a partir de los 20 cm de profundidad la situación es similar, encontrándose valores entre 15,69% y 20,03% como se observa en los Cuadro 45 y 46. De acuerdo a Florentino (1998), los porcentajes obtenidos de macroporos en SAC representan las categorías “Alta a Muy Alta” en las diferentes zonas de manejo.

Cuadro 45. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable % de Macroporos.

Grupos (Duncan)	Media ($P > 15\mu\text{m}$)	N	ZONA
A	22.153	3	4
B A	19.282	6	1
B A	18.293	6	2
B	15.320	5	3

$p < (0,05)$. Las letras diferentes indican diferencias significativas.

Como se puede observar en el Cuadro 45, el mayor porcentaje de macroporos se encontró en la zona de manejo 4, área cultivada con la mayor diversidad de especies; entre las plantas predominantes están: Los cambures, guajes, ocumo, naranjas, lechosa, guayaba y aguacates.

Cuadro 46. Grupos de medias según, la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % Macroporos ($P > 15\mu\text{m}$).

Grupo (Duncan)	Media (K) ($P > 15\mu\text{m}$)	N	Profundidad
A	18.532	12	20 - 40
A	18.266	8	0 - 20

$p > (0,05)$. Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

Como se observan en el Cuadro 46, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de macroporos a nivel de las diferentes profundidades de las diferentes zonas de manejo.

Estabilidad de los Agregados: Se encontraron valores de agregados estables al agua $>$ de 0,250mm (macroagregados) entre 35 y 82 %; (Cuadros 47 y 48); de igual manera se observa el mayor porcentaje de macroagregados en la ZM2 en los primeros 20cm, con diferencias significativas entre las diferentes zonas de manejo y entre las diferentes profundidades.

Cabria et al., (2002) señalan que cuando la dinámica de la descomposición de la materia orgánica es el elemento principal que fundamenta el nivel y la perdurabilidad de la estructura de los agregados, de su formación y, sin duda esta agregación representa los altos contenidos de materia orgánica encontrados en estos conucos altamente diversificados. Ruiz (2004) realizó una evaluación en diferentes suelos venezolanos; encontrando en un suelo arenoso (La Iguana) un aumento significativo de la proporción de macroagregados sobre los microagregados, suelos que estaban bajo la cobertura de pasto *Urochloa dyctioneura*, evidenció la influencia de los componentes orgánicos involucrados en la macroagregación.

Conductividad hidráulica saturada (cm.h^{-1}): En el Gráfico 10, se reportan valores en el flujo o movimiento de agua dentro del perfil entre 0,9 hasta 9,47 cm.h^{-1} , a partir de los 20 cm. Se observa en la ZM1 (área con Leguminosas) los valores mas altos de la

conductividad hidráulica. En términos general estos valores de (Ks) son considerados de moderados a altos, en cuanto al movimiento y flujo de agua. Además este mismo comportamiento se observa después de los 20 cm en las diferentes zonas como se puede observar en los Cuadros (47 y 48) los valores más altos de (Ks), se encuentran a mayor profundidad en las diferentes zonas de manejo. Según la prueba de Duncan, no hay diferencias significativas $p (>0,05)$ entre zonas de manejo, debido quizás al muy alto coeficiente de variación que muestra esta variable de suelo.

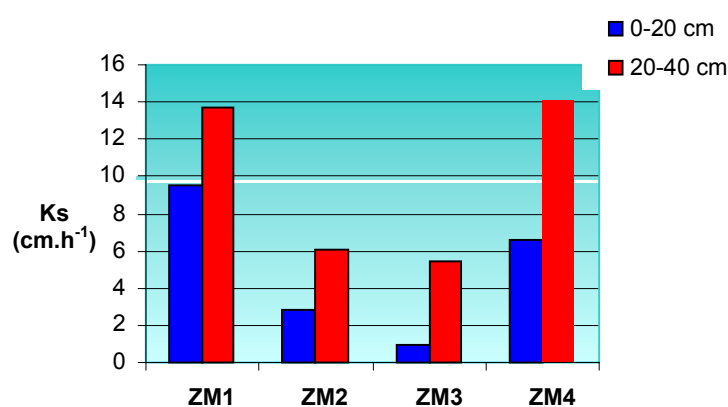


Gráfico 10. Conductividad Hidráulica (cm.h⁻¹), en las diferentes Zonas de manejo. S.A.C- Sr. Jesús Portillo

Cuadro 47. Variables Físicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 0 - 20 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	Ks(cmh ⁻¹)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25mm (%)	Grupo
						Textural
1	1,25	9,47	55,93	18,53	35,00	F
2	1,09	2,80	50,80	15,90	82,00	FA
3	1,09	0,93	59,17	15,34	51,33	F
4	1,12	6,56	51,95	19,37	33,00	AL

Cuadro 48. Variables Físicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 20 – 40 cm.

Zona de manejo	Da (Mg.m ³)	Ks (cm.h ⁻¹)	PT (%)	(P>15µm) (%)	AE>0,25mm (%)	Grupo
						Textural
1	1,1	13,71	46,01	20,03	44.66	F
2	1,11	6,10	56,72	19,47	56.66	F
3	1,08	5,42	61,96	15,69	27.00	F
4	1,28	14,07	55,75	16,70	46.66	FA

En los Cuadros 47 y 48 se observan los valores promedio de todas las variables físicas evaluadas en el sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús Portillo, donde se visualiza el comportamiento de los suelos en las diferentes zonas de manejo y a diferentes profundidades.

IV.1.1.5.3. Variables Químicas:

pH: El pH reportó valores entre 3,30 y 3, 57 en las diferentes zonas de manejo en los primeros 20cm considerados, clasificados como extremadamente ácidos.

Además, este comportamiento de pH es similar a la profundidad de los 20 – 40 cm. En cuanto a la prueba de medias de rangos múltiples de Duncan, no se encontraron diferencias significativas y tampoco hay interacción de acuerdo a las diferentes zonas de manejo y a las diferentes profundidades.

% Materia Orgánica: Se encontraron altos contenidos de materia orgánica en las diferentes zonas de manejo y el menor porcentaje se encontró en la ZM3 (área con árboles forestales) con 4,5%, sin embargo, los porcentajes con respecto a las otras zonas de manejo son similares, tal como puede observarse en el Cuadro 49. Larson y Pierce, (1991) consideran a la MO como el indicador más significativo de la calidad de suelo citado por Dalurzo et al., (2005).

Cuadro 49. Grupos de medias según la prueba de Duncan a las diferentes profundidades de acuerdo a la variable % de la materia orgánica.

Grupos (Duncan)	Media (Duncan) (% MD)	N	ZONA
A	6,328a	6	2
A	5,090 a	3	4
A	5,075a	6	1
A	4,556 a	5	3

(p> 0,05) No se encontraron diferencias significativas

Los resultados obtenidos se corresponden a lo señalado por Havlin et al. (1990), citado por Torres et al., (2006) quienes indican que los sistemas alternativos que contemplan la incorporación de residuos orgánicos incrementan el contenido de materia orgánica del suelo, mientras que ésta declina cuando baja la producción de residuos y se combina con sistemas de labranza tradicional, como fueron los resultados reportados en el caso del melón bajo manejo convencional.

% Nitrógeno Total (%): En cuanto a contenido de nitrógeno, se reportan valores entre 0,30 y 0,51%, considerados valores de medios a alto, sin embargo se observa que en la ZM3 (área con forestales) se encontraron los mayores porcentajes de nitrógeno. Estadísticamente, se observa (Cuadro 50 y 51) que hay diferencias significativas entre zonas de manejo, y a nivel de las diferentes profundidades.

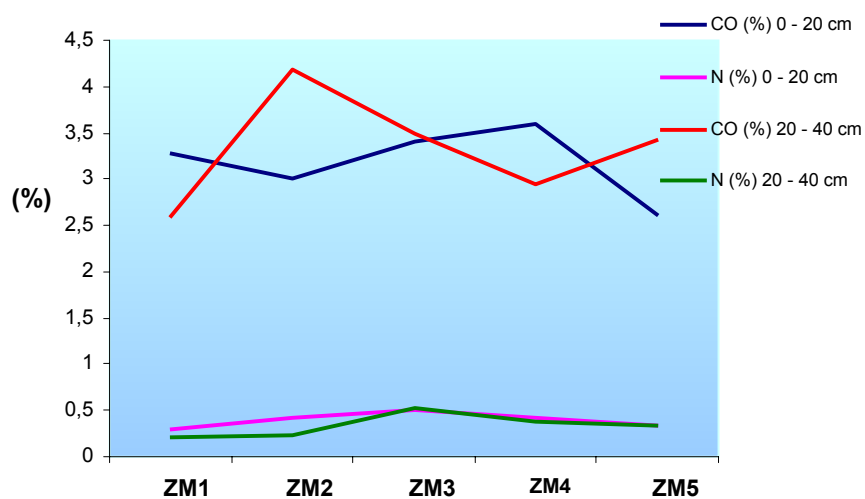


Gráfico 11. Contenido de Nitrógeno total (%) y Carbono Orgánico (CO) (%) en las diferentes profundidades. S.A.C- Sr.Jesús Portillo.

En el Gráfico 11, se puede observar los contenidos de nitrógeno a diferentes profundidades en las diferentes zonas de manejo y los altos contenidos de Carbono orgánico; en los primeros 20 cm los porcentajes de nitrógeno son mayores. Los aportes de materia orgánica juegan un rol fundamental en la actividad biológica de los suelos. Es por ello, que Dalurzo et al., (2005) señalan que la utilización racional del suelo implica la preservación de la materia orgánica (MO) y de la microflora asociada para no deteriorar la estructura y la capacidad de regular la disponibilidad de macro y micronutrientes.

Cuadro 50. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes zonas de manejo de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (%NT)	N	ZONA
A	0,341a	9	3
A	0.302a	7	5
B A C	0,264ba	6	4
B C	0.197b	6	2
C	0,174c	3	1

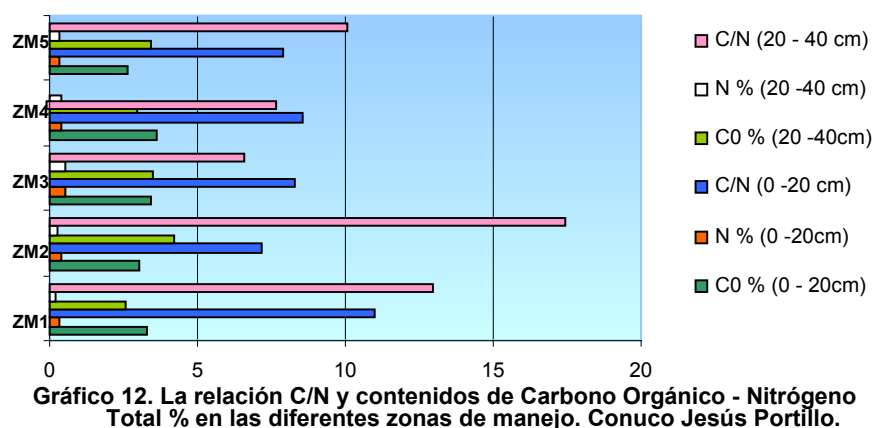
Cuadro 51. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (NT)	N	ZONA
A	0,391a	3	0 - 20
B	0.2930b	1	20 - 40

Como se puede observar en el Cuadro 51, se encontraron diferencias significativas en las diferentes profundidades; se observan los mayores porcentajes de nitrógeno en los primeros 20 cm; principalmente en la zona establecida con forestales (ZM1) seguido de la zona cultivada con Quinchonchos. Esto se debe a los altos contenidos de materia orgánica producto de los residuos que se reciclan en el suelo en cada zona de manejo.

Relación Carbono/Nitrógeno: Se encontraron, en las diferentes zonas de manejo a diferentes profundidades, relaciones C/N bajas (entre 8,56 hasta 12,25), como puede observarse en el Gráfico 11, existiendo diferencias altamente significativas ($p < 0,05$).

La relación C/N, es un indicador biológico de la actividad microbiana en los suelos. Moreno et., al (1993) señalan que la relación C/N es un indicador de la velocidad del proceso y estado de evolución en la formación del humus y que esta relación bajará en la medida que el proceso de descomposición avance, (Godoy, 2002).



En el Gráfico 12, se muestran varias variables evaluadas en las diferentes zonas y a diferentes profundidades, donde se observa que la relación C/N fue menor de 15, a excepción de la ZM2 área cultivada con café y guamo a una profundidad, entre los 20-40 cms. De igual manera se observan altos porcentajes de carbono orgánico (%) en las diferentes profundidades. Se puede observar en la ZM1, área establecida con forestales fue donde se encontró los mayores porcentajes de carbono orgánico (CO). En cuanto a los porcentajes de Nitrógeno los rangos son muy similares en los primeros 20 cms, en las diferentes zonas de manejo como se observa en el Gráfico.

Thompson y Treh (2002) señalan que la acción microbiana puede mineralizar o inmovilizar el nitrógeno; el principal factor que determina cual de los dos procesos va ocurrir o prevalecer es la relación C:N los microorganismos utilizan el nitrógeno como fuente proteica y como una fuente energética. Si la relación C.N es mayor a 32:1 parte del nitrógeno del suelo es inmovilizado y si es menor permite la mineralización a tiempo.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC, cmolKg^{-1}):

Se encontraron valores de CIC de 11,5 hasta 21,5 cmol.kg^{-1} , con un promedio de 16,61 cmol.kg^{-1} de suelo, destacando la mayor CIC en las ZM1 (área establecida con forestales) y la ZM2 (área establecida con café bajo sombra) a la profundidad de 20 – 40 cm. En relación a las otras zonas de manejo la Capacidad de intercambio Catiónico es menor como se observa en el Gráfico 13.

Desde el punto de vista estadístico no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$). El reciclaje de nutrientes está fuertemente afectado por la calidad y cantidad de material vegetal que entra al suelo (Matus *et al.*, 2008) y esto se refleja en la CIC.

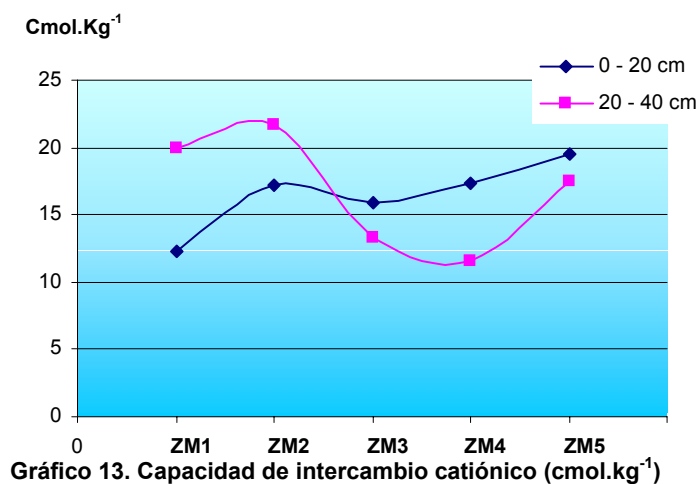


Gráfico 13. Capacidad de intercambio catiónico (cmol.kg^{-1}) S.A.C - Sr. Jesús Portillo.

Cuadro 52. Variables Químicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 0- 20 cm.

Zona de manejo	pH	CE	MO (%)	N (%)	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}
					(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})
1	3,58	0,23	5,68	0,30	2,42	5,85	12,25	365,67
2	3,30	0,48	5,42	0,42	2,21	3,10	13,23	445,00
3	3,30	0,34	5,89	0,51	0,84	3,23	10,28	633,67
4	3,80	0,25	6,20	0,42	0,42	0,00	8,56	430,22
5	3,50	0,45	4,50	0,33	2,04	0,00	10,35	435,00

Cuadro 53. Variables Químicas promedios reportadas en las diferentes zonas de manejo del Conuco – Sr. Jesús Portillo de 20 – 40 cm.

Zona de manejo	pH	CE dS.m ⁻¹	MO (%)	N (%)	Ca ⁺²	Al ⁺³	C/N	Fe ⁺³
					(cmol.kg ⁻¹)	(cmol.kg ⁻¹)		(cmol.kg ⁻¹)
1	3,57	0,59	4,47	0,20	1,37	1,43	12,44	401,33
2	3,58	0,35	7,24	0,24	1,17	2,27	19,95	462,00
3	3,3	0,63	3,51	0,53	0,94	4,20	3,85	268,33
4	3,41	0,51	5,09	0,38	0,32	0,00	8,15	265,33
5	3,58	0,46	5,90	0,34	0,98	0,00	10,06	478,90

Cuadro 54. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (pH)	N	Profundidad
A	3.46a	12	0-20
A	3.40a	8	20-40

Como se puede observar en el Cuadro 54, no se encontraron diferencias significativas en el pH del suelo a diferentes profundidades.

Aluminio Intercambiable (Al⁺³): Se encontraron valores comprendidos entre 0 y 5,85 cmol.kg⁻¹; como se observa en los Cuadros 52 y 53 esta presencia de aluminio (Al⁺³) está asociada a los bajos niveles de pH de los suelos en las diferentes zonas de manejo de este sistema de agricultura campesina. En la ZM1 área forestal fue donde se encontraron los mayores contenidos de Aluminio en los primeros 20 cms de profundidad. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas (p>0,05), según la prueba de medias de Duncan.

Contenido de Hierro (Fe^{+3}): En los Cuadro 52 y 53 se observan los contenidos de hierro para las diferentes zonas de manejo, valores considerados muy altos (entre 430,22 y 633,67 cmol.kg^{-1}). Se observa las mayores concentraciones en la ZM5, áreas cultivadas con una Leguminosa (Quinchoncho), seguidas de la ZM1, área establecida con otra Leguminosa (Caraotas y Quinchonchos) esta similitud se encontró a una profundidad de 20- 40 cm.

Estadísticamente no se encontraron diferencias ni interacciones en las diferentes profundidades y las zonas de manejo.

Calcio (Ca^{+2}): Los valores de Calcio en general son muy bajos, oscilan entre 0,42 y 2,42 cmol.kg^{-1} en los primeros 20cm y a partir de los 20 cm los valores encontrados van desde 0,32 a 1,37 cmol.kg^{-1} encontrándose el valor más bajo en la ZM2 y el valor más alto en la zona establecida con forestales.

Conductividad Eléctrica (CE): En los Cuadro 53 y 54 se observan los valores de la Conductividad eléctrica en las diferentes profundidades, valores muy bajo que no presentan problemas de acumulación de sales, tal como era de esperarse en este tipo de suelos.

IV.1.1.5.4. Variables Biológicas.

Respiración Edáfica.

En el Gráfico 14 se muestran los resultados de producción de CO_2 , siendo mayor en la ZM3, área establecida por árboles forestales seguido de ZM5 área cultivada con Leguminosas (Quinchonchos). Se observa en las diferentes zonas de manejo que la liberación de CO_2 producidos por los microorganismos del suelo a la profundidad de 20- 40 cms los rangos de mcgCO_2 entre 59 y 61 mcg CO_2 rangos similares. No obstante en esa segunda capa la producción de CO_2 es menor; en las ZM2 y ZM4.

En efecto la producción de mcgCO_2 es mayor en la capa superficial, es de esperar estos resultados por la actividad microbiana presente en el suelo, producto de todos los residuos orgánicos incorporados en el suelo.

La actividad microbiana es afectada por variables ecológicas primarias, tales como la densidad y composición de la flora de la etapa sucesional. (Alvear et al., 2007), señalan que dentro de las actividades biológicas del suelo las más importantes están relacionadas con la materia orgánica (MO) y el ciclaje de nutrientes, porque permiten detectar, junto a otros parámetros físicos del suelo, cambios tempranos en su bioquímica, grado de compactación de suelos y actividades biológicas producidas por el impacto de la actividad antrópica.

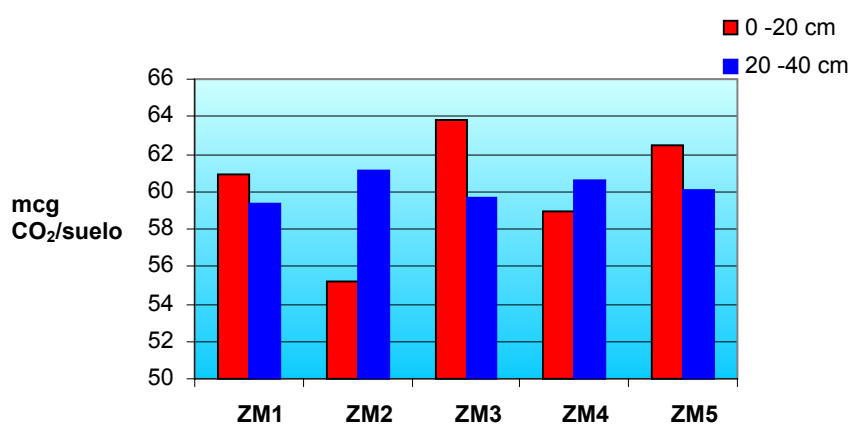


Gráfico 14. Microgramo de CO₂ g⁻¹suelo. día⁻⁷ de incubación en las diferentes profundidades- S.A.C – Sr. Jesús Portillo.

Hernández et al., (1995) encontraron en evaluaciones del cultivo de la caña de azúcar los máximos valores de respiración edáfica en la época de mayor humedad en los suelos durante Junio – Agosto ($384 - 450 \text{ mgCO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$) y los mínimos en el mes de Febrero ($98-112 \text{ mgCO}_2\text{m}^{-2}\text{h}^{-1}$).

El análisis precedente del sistema de agricultura campesina del Sr. Jesús portillo, caracterizado por sembrar una diversidad de especies en diferentes zonas, muestra un comportamiento similar en las mayoría de las variables estudiadas, encontrándose suelos con altos contenidos de materia orgánica, bien estructurados, similar a los otros sistemas de agricultura campesina, incluyendo el sistema de referencia utilizado.

IV.1.1.6.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos.

IV.1.1.6.2. Variables Físicas:

Distribución de tamaño de partículas y textura del suelo Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Santos.

Cuadro 55. Distribución y tamaño de las partículas, zona de manejo -Sistema de Agricultura Campesina – Sr. Santos.

Arcilla	Limo	Arena	Arena muy fina	Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arena muy gruesa	Clase textural
<2 um	2-50 um	50-2000 um	50-100 um	100-250 um	250-500 um	500-1000 um	1000-2000 um	
26,20	48,44	25,36	3,63	3,99	3,07	6,86	7,81	FL

Como se puede observar en el Cuadro 55, este es un suelo, donde se encontró un 48,44% de limo; de igual manera el fraccionamiento de las arenas tiene sus mayores porcentajes entre la arena gruesa y muy gruesa.

Densidad Aparente (Mg.m^3): En los diferentes puntos de muestreo se encontró valores de densidad aparente (D_a) entre 1,09 hasta 1,18 (Mg.m^{-3}) con un promedio de 1,15 Mg.m^3 , adecuados para un buen desarrollo radicular de la mayoría de los cultivos. Como se puede observar en los Cuadros 56 y 57, la D_a es similar en los diferentes puntos muestreados a diferentes profundidades; estos resultados se deben a los altos contenidos de materia orgánica presente en estos suelos.

Porosidad Total %: Se encontraron porcentajes comprendidos entre 28,00 y 55,68, con un valor promedio de 48,85%, reportándose los valores más bajos en los primeros 20 cm.

Cuadro 56. Propiedades físicas del suelo – Sistema de Agricultura Campesina (S.A.C) - Familia Santos de 0 - 20 cms.

Puntos	DA (Mg.m ³)	Ks (cm.h ⁻¹)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25-0,5mm (%)
1	1,15	3,2	28,00	27,7	52
2	1,09	1,28	34,67	21,4,	53
3	1,18	6,2	55,68	22,56	51

Cuadro 57. Propiedades físicas del suelo – Sistema de Agricultura Campesina (S.A.C) - Familia Santos de 20 - 40 cms.

Puntos	DA (Mg.m ³)	Ks (cm.h ⁻¹)	PT (%)	P>15um (%)	AE>0,25-0,5mm (%)
1	1,17	8,8	52,10	23,70	57
2	1,14	7,89	52,00	21,40	62

Macroporos (P>15µm (%):

La macroporosidad en el sistema de agricultura campesina de la Familia Santos es muy alta, con valores entre 21,40 a 23,70%, tal como se puede observa en el Cuadro 57.

Estabilidad de Agregados:

En el Cuadro 58 se observa que existen diferencias en las diferentes profundidades en los porcentajes de la estabilidad de agregados (AE). Estadísticamente se encontraron diferencias altamente significativas ($p<0,01$)

Cuadro 58. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable estabilidad de agregados.

Grupos (Duncan)	Media (AE %)	N	Profundidad
A	52	3	20 -40
B	60	1	0 -20

Conductividad Hidráulica (Ks):

Se encontraron los valores mayores de Ks a mayor profundidad, con un promedio de $8,34\text{cm.h}^{-1}$. Dorner y Dorota (2007) señalan que la caracterización de los poros del suelo es fundamental para conocer su capacidad de almacenamiento y conducción de agua en el perfil del suelo.

En general, es un suelo que no presenta limitaciones físicas, sin embargo su alta macroporosidad y conductividad hidráulica saturada hace que sea un suelo con alta susceptibilidad a la pérdida de agua y nutrientes por lixiviación, disminuyendo su capacidad para suplir estos elementos para las plantas, pero a la vez es un suelo con alta capacidad de aireación y suplencia de oxígeno para las plantas, lo cual, en un medio tan ácido como éste, podría ser una de las razones por las cuales estas plantas se han podido desarrollar bien y producir bajo estas condiciones.

IV.1.1.6.3. Variables Químicas:

pH: Se encontraron rangos de pH entre 4,14 y 3,48 en las diferentes profundidades, considerados extremadamente ácidos, como se puede observar en Cuadro 61. Sin embargo la capa superficial presenta valores mayores de pH que las correspondientes a los otros dos sistemas discutidos anteriormente.

% Materia Orgánica:

Se encontraron altos contenidos de materia orgánica desde 6,25 hasta 10,85%, niveles considerados muy altos. Este sistema de producción de café, es el que está más cercano al área de bosque, tomado como suelo de referencia (línea base); el análisis de la varianza mostró diferencias significativas ($p < 0,05$). Stuart (2007), señala que las prácticas tradicionales que son utilizados en estos sistemas son importantes como méritos primarios en la protección de las áreas y que deberían ser reconocidas o declaradas como zonas “buffer”.

El aumento de carbono orgánico del suelo (SOC) es vital en términos de mejorar la calidad física y las propiedades mecánicas del suelo relacionadas con las condiciones para la labranza y el desarrollo de cultivos.

Cuadro 59. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Materia orgánica.

Grupos (Duncan)	Media (MO%)	N	ZONA
A	9.29a	3	0 - 20
B	5.79b	1	20 - 40

P< (0,01) diferencias altamente significativas.

% Nitrógeno Total (%):

En cuanto a los contenidos de nitrógeno se reportaron porcentajes entre 0,21 a 0,51%, considerados altos (Cuadros 59 y 60). Estadísticamente se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), según la prueba de medias de Duncan.

Cuadro 60. Grupos de medias según la prueba de Duncan en las diferentes profundidades de acuerdo a la variable Nitrógeno Total.

Grupos (Duncan)	Media (NT %)	N	Profundidad
A	0,491	3	0 - 20
B	0,293	1	20 - 40

P< (0,05). Las letras diferentes indican que hay diferencias significativas.

Relación Carbono / Nitrógeno:

Se observa en los diferentes puntos muestreados a las diferentes profundidades una relación C/N de 10,46 a 16,22, relación adecuada para una buena respuesta en la actividad de los microorganismos. Quiroz (2005) señala que en la medida que la descomposición de los residuos orgánicos se acelera y se va humificando en esa medida la relación C/N decrece.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC cmol.kg^{-1}):

Se encontraron valores de Capacidad de intercambio Catiónico (CIC) desde 21,00 hasta 27,20 cmol.kg^{-1} , con un promedio de 23,28 cmol.kg^{-1} de suelo; de acuerdo al análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$).

Calcio (Ca^{+2} , cmol.kg^{-1}):

Los contenidos de calcio en este suelo son más altos que en los anteriores, encontrándose desde 1,04 hasta 7,21 cmol.kg^{-1} , en los primeros 20 cm. La variabilidad es muy alta entre puntos de muestreo debido quizás a la alta pedregosidad de los suelos.

Cuadro 61. Variables químicas Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos, profundidad 0 - 20 cms.

Pto	pH	CE	MO (%)	NT (%)	Ca^{+2} (cmol.kg^{-1})	CIC (cmol.kg^{-1})	Al^{+3} (cmol.kg^{-1})	C/N	Fe^{+3} (cmol.kg^{-1})
1	4,14	0,870	9,67	0,483	7,21	27,20	0	11,61	1442
2	3,54	0,62	6,79	0,329	3,51	30,40	0	16,22	396
3	3,89	0,860	9,2	0,210	1,04	22,10	6,2	10,46	578

Cuadro 62. Variables químicas Sistema de Agricultura Campesina – Familia Santos, profundidad 20 - 40 cms.

Pto	pH	CE	MO (%)	NT (%)	Ca^{+2} (cmol.kg^{-1})	CIC (cmol.kg^{-1})	Al^{+3} (cmol.kg^{-1})	C/N	Fe^{+3} (cmol.kg^{-1})
1	3,75	0,180	5,79	0,293	0,21	27,10	0	11,46	384
2	3,48	0,300	6,25	0,273	1,98	21,00	0	13,27	792
3	4,09	0,700	10,85	0,543	6,71	27,40	0	11,65	378

Capacidad de Intercambio Catiónico (cmol.kg⁻¹):

Los valores de CIC oscilaron entre 21,00 hasta 30,40 (cmol.kg⁻¹), similares en las dos profundidades evaluadas; estos son considerados altos.

En estudios realizados por Mendoza, (2007) en suelos ácidos con cultivo de maíz, donde se evaluó el efecto del material de encalado y el abono verde en la corrección de la acidez del suelo, reportaron valores de CIC entre 5,5 a 9,7 (cmol.kg⁻¹), valores bajos porque está ubicado dentro del rango de 5-15 cmol.kg⁻¹.

Cabe destacar que todas las variables químicas en el sistema de agricultura campesina de la Familia Santos, unidad de producción cultivada con Café, (Cuadros 61 y 62) evidencian altos contenidos de materia orgánica encontrándose hasta un 10,85% y valores extremadamente altos de acidez (pH entre 3,48 hasta 4,14). De igual manera, los altos contenidos de nitrógeno hasta 0,54% y las altas concentraciones de hierro (Fe⁺³) que oscilan entre 384 a 1442 cmol.kg⁻¹. Cesco et al., (2000) señalan que la solubilidad del hierro en condiciones aeróbicas y con pH neutros o alcalinos el Fe⁺³ precipitará en forma insoluble, mientras que a pH ácidos y condiciones reductoras la concentración de Fe⁺³ soluble será mayor.

IV.1.1.6.4. Variables Biológicas:

Respiración edáfica (CO₂.g⁻¹suelo.día⁻¹): En los diferentes puntos muestreados se encontró rangos entre 60,58 y 59,56 mcgde CO₂.g⁻¹suelo⁻¹ en 7 días de incubación; no se encontraron diferencias significativas. Nourbakhsh, (2007), encontró diferencias en dos sistemas evaluados uno con bosque natural y el otro con una zona deforestada donde la respiración basal del suelo, el carbono orgánico, la actividad de L-asparaginasa y el nitrógeno potencialmente mineralizable reportaron una disminución de 63, 62, 57 y 61% respectivamente.

V.1.1.7.1. Propiedades químicas del suelo de referencia bajo bosque natural (línea base).

Se seleccionó un sitio de muestreo en una zona no intervenida (bosque natural) cercano a los sitios de estudio, para ser utilizada como referencia al determinar la calidad del suelo en los tres sistemas de producción cultivados. Esta área representa una zona de bosque y se encuentra distante a unos 1,5 Km de los sistemas de agricultura campesina evaluados; en cuanto a los análisis de suelo, se observa altos porcentajes de materia orgánica, con pH extremadamente ácidos (2,86 – 3,03) altos contenidos de nitrógeno 0,455% y valores similares de Fe^{+3} entre 582 y 1611 cmol.kg^{-1}

V.1.1.7.2. Variables Químicas.

En este suelo de referencia solo se pudo tomar las muestras para las determinaciones de las propiedades químicas debido a su alta pedregosidad.

Cuadro 63. Propiedades químicas del suelo de referencia del área de bosque-zona protectora como Línea Base.

Zona de Manejo	Prof (cm)	pH	CE	MO (%)	N (%)	Ca (cmol.kg^{-1})	CIC (cmol.kg^{-1})	Al (cmol.kg^{-1})	C/N	Fe^{+3} (cmol.kg^{-1})
1	0 - 20	2,86	0,410	11,67	0,455	0,50	19,50	0	14,87	582
1	20 - 40	3,03	0,320	6,51	0,273	0,22	20,70	0	13,83	1611

Las variables químicas de suelo evaluadas en la línea Base como se observa en el Cuadro 63, se encontraron altas concentraciones de Fe^{+3} hasta 1611 (cmol.kg^{-1}). Los contenidos de materia orgánica oscilaron entre 6,51 hasta 11,67%. Los altos contenidos de Nitrógeno Total, (0,455%) se observan donde se encontró el mayor contenido de materia orgánica. Suelo también extremadamente ácido.

V.1.1.8.1 Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos de los tres sistemas de agricultura campesina evaluados.

Los resultados muestran un comportamiento similar entre los diferentes Sistemas de Agricultura Campesina estudiados y la Línea Base, en cuanto a las de variables físicas, químicas y biológicas. Los análisis de laboratorio, reportaron valores de pH entre 3 y 4, considerados extremadamente ácidos, reportándose los mayores valores de pH en el S.A.C. de la Familia Santos así como los contenidos de MO. Los contenidos de materia orgánica se oscilaron entre 3 -10 % y las concentraciones de hierro (Fe^{+3}) se encontraron entre 200-1000 mg.g^{-1} . A continuación se muestra un resumen comparativo de los tres sistemas de agricultura campesina evaluados.

Cuadro 64. Propiedades químicas y físicas -Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Familia Lozada – Profundidad (0-20cm).

Zonas de manejo	pH	CE dS/m	MO (%)	NT (%)	Ca^{+2}	Al^{+3}	C/N	Fe^{+3}	Da (Mg.m^{-3})	Ks, (cm.h^{-1})	PT (%)
					(cmol.kg^{-1})	(cmol.kg^{-1})		(cmol.kg^{-1})			
1	3,75	0,17	8,01	0,17	0,47	0,7	27,08	311,67	-	-	-
2	3,01	0,46	2,01	0,15	0,30	1,79	9,09	189,00	1,40	5,77	55,42
3	3,36	0,57	9,37	0,43	0,64	2,10	12,61	175,33	1,05	23,95	58,17
4	3,55	0,36	8,21	0,26	0,50	4,33	21,27	210,67	1,17	9,12	48,58
5	3,65	0,66	6,93	0,28	1,12	3,13	12,27	187,33	0,85	21,61	62,38
6	3,67	0,77	7,07	0,37	2,07	1,13	11,29	193,67	1,06	6,89	46,69

(-) No se pudo muestrear para evaluar las propiedades físicas de suelo, por el exceso de pedregosidad a esa profundidad.

Cuadro 65. Propiedades físicas y químicas - Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C) Sr. Jesús Portillo. Propiedades químicas y físicas. Profundidad (0-20cm).

Zona de manejo	pH	CE	MO (%)	N (%)	Ca ⁺²	Al ⁺³	C/N	Fe ⁺³	Da	Ks	PT
					(cmol.kg)	(cmol.kg)		(mg.kg)			
1	3,58	0,23	5,68	0,30	2,42	5,85	12,25	365,67	1,25	9,47	55,93
2	3,30	0,48	5,42	0,42	2,21	3,10	13,23	445,00	1,09	2,8	50,80
3	3,30	0,34	5,89	0,51	0,84	3,23	10,28	633,67	1,09	0,93	59,17
4	3,80	0,25	6,20	0,42	0,42	0,00	8,56	430,22	1,12	6,56	51,95
5	3,50	0,45	4,50	0,33	2,04	0,00	10,35	435,00	-	-	-

En los primeros 20 cm en el S.A.C, de la Familia Lozada se encontró los mayores valores de conductividad hidráulica (Ks) y de calcio (Ca⁺²) en la ZM1, área con árboles forestales, además se encontró las mayores concentraciones de Al⁺³ Intercambiable.

En el S.A.C del Sr. Jesús Portillo en la ZM3 área cultivada con café bajo sombra de Teca y Guamo, se encontró los valores más altos de Calcio (Ca⁺²) de Conductividad hidráulica (Ks) y materia orgánica (MO), como se puede observar en el Cuadro 65.

Cuadro 66. Propiedades físicas y químicas - Sistema de Agricultura Campesina - (S.A.C). Familia Santos. Profundidad (0-20cm).

Pto	pH	CE	MO (%)	NT (%)	Ca ⁺²	Al ⁺³	C/N	Fe ⁺³	Da	Ks	PT
					(cmol.kg ⁻¹)	(cmol.kg ⁻¹)		(cmol.kg ⁻¹)			
1	4,14	0,870	9,67	0,483	7,21	0	11,61	1442	1,15	3,2	28,00
2	3,54	0,62	6,79	0,329	3,51	0	16,22	396	1,09	1,28	34,67
3	3,89	0,860	9,20	0,210	1,04	6,2	10,46	578	1,18	6,2	55,68

En los Cuadros 65, 66 y 67 se puede observar la similaridad de los resultados del laboratorio, donde se observan las diferentes variables químicas y físicas, y se visualiza la importancia de la diversidad biológica y su relación con la capacidad productiva de los suelos en zonas de ladera. Se puede observar que en suelos extremadamente ácidos y en zonas frágiles el manejo del suelo juega un rol importante en garantizar la estabilidad física, química y biológica de los suelos que determinan finalmente su capacidad productiva.

Una de las características observadas, en los diferentes sistemas de agricultura campesina, fue el nivel de pedregosidad, encontrándose en las diferentes zonas de manejo principalmente en la zona de manejo 1 del sistema de agricultura campesina. La presencia de piedras aumenta la tasa de infiltración del agua en el suelo a causa de la expansión y contracción entre las piedras y el suelo, dando como resultado la formación de canales y macroporos. Sin embargo, las piedras reducen la capacidad de almacenamiento y retención del agua de los suelos las cuales disminuyen con el aumento de éstas de manera significativa (Pritchett, 1991; Poesen y Lavee, 1994, citado por Acuña et al., 2001).

VI. 1. Selección de indicadores de calidad física, química y biológica de los suelos.

VI.1.1. Matriz de coeficientes de correlación de Pearson entre las variables de suelo evaluadas.

Para determinar el grado de asociación que existe entre las variables de suelo se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, $r(X,Y)$, a un nivel de confianza de 95 %. En el Cuadro 67 se muestran las variables más significativamente correlacionadas entre si, independientemente del valor de “r” encontrado.

Cabe destacar que dentro de las variables físicas las que mostraron relaciones significativas fueron: agregados estables al agua entre 2 a 4 mm; $AE > 0,25$ mm y $AE < 0,25$ mm, las dos primeras con una correlación positiva con la relación C/N y la

última negativamente con la conductividad hidráulica saturada (Ks). Además la porosidad total con la densidad aparente ($r=-0,47$) y con el contenido de hierro ($r=-0,37$), así como la Da con el contenido de MO ($-0,38$). Dentro de las variables químicas el contenido de Fe^{+3} , de MO, Al^{+3} intercambiable, Ca^{+2} , N y relación C/N fueron las más relevantes. Estas variables serán seleccionadas como indicadores de calidad de suelo.

Cuadro 67. Variables físicas, químicas y biológicas relacionadas significativamente ($p \leq 0,05$). Matriz de correlación de Pearson.

Variables relacionadas significativamente	Coeficiente de correlación (r)
• PT - Da	-0,47
• Da-MO	-0,38
• PT- Fe^{+3}	0,37
• MO- Fe^{+3}	-0,31
• MO-NT	0,31
• AE 2-4 mm – C/N	0,29
• Fe^{+3} - Ca^{+2}	-0,29
• AE>0,25 mm-C/N	0,28
• AE<0,25 mm-Ks	-0,26
• Al^{+3} -NT	0,26
• C- CO_2 -Da	-0,23

VI.1.2. Análisis multivariado: Análisis de componentes principales (ACP)

El ACP es una técnica para reducir la dimensionalidad de un grupo de datos multivariados (Seber, 1984). El ACP, tal como se presenta en el Gráfico 15, muestra que los tres sistemas de producción se ubican en cuadrantes diferentes: 1: Familia Lozada, 2: Sr. Portillo y 3: Familia Santos. El CP2 separa a los sistemas 1 (alta biodiversidad) y 2 (moderada biodiversidad) del sistema 3 que tiene menor biodiversidad (una sola zona de manejo). Se observa que aunque no se presenta una relación evidente de las variables con cada uno de los sistemas, sin embargo en el sistema 1 son las variables % A de la capa 1, AE <0,25 mm y NT, las de mayor peso, mientras que con el sistema 2 son los AE 2-4 mm, la conductividad hidráulica (Ks) y el % Limo. Las concentraciones de Al^{+3} y % MO están mas asociados con el

sistema 3. El CP1, en general, ayuda a explicar el 59 % de la varianza total y el CP2 el 41 %.

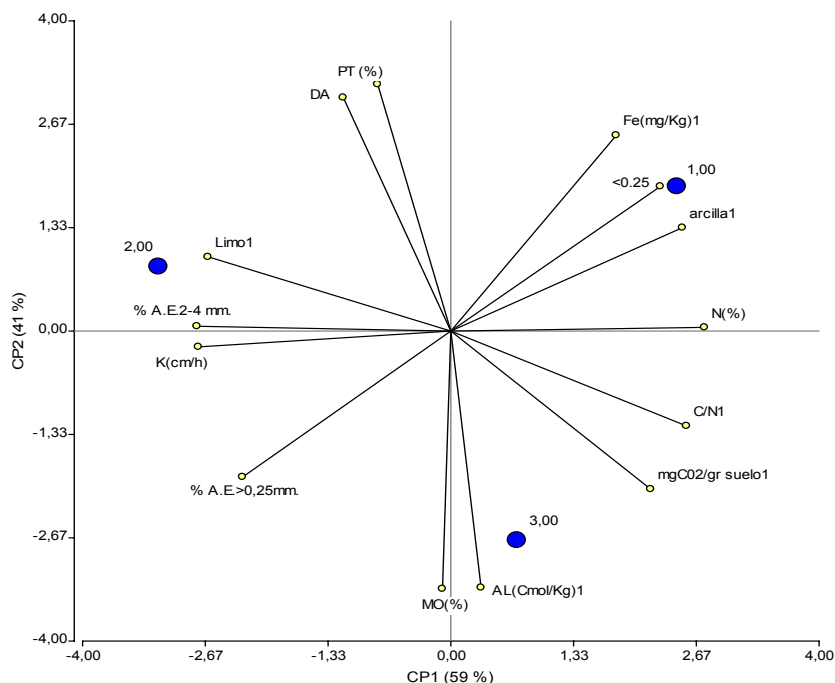


Gráfico 15. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y los tres sistemas de producción (1: Familia Lozada; 2: Sr. Portillo y 3: Familia Santos).

Las correlaciones obtenidas presentan que el CP1 es definido por la mayoría de las variables ($r > 0,75$) excepto % MO, Al^{+3} interc., PT, Da y Fe^{+3} , que están mejor representadas por el CP2.

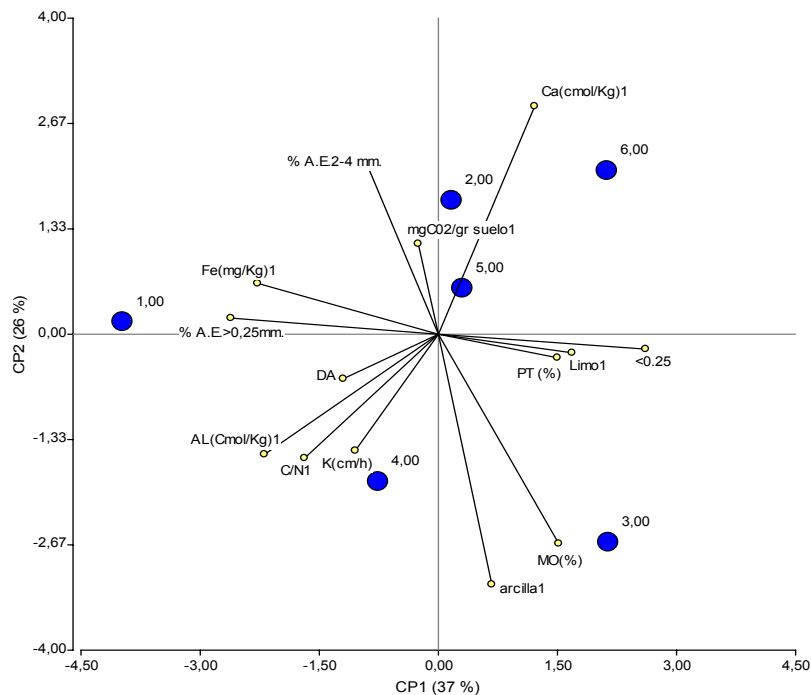


Gráfico 16. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y zonas de manejo (6) del sistema de producción 1: Familia Lozada.

Los primeros tres factores identificados por el ACP explicaron el 78 % de la variabilidad total (Gráfico 16). El primer CP solo explicó el 37 % de la variabilidad, el CP2 el 26 % y el CP3 el 16 %. Las variables medidas: Ca^{+2} , % MO y % A fueron positivamente correlacionadas y contribuyeron al 75 % de la construcción del CP1. En el CP2 los índices estructurales macroagregados estables (AE 2-4 mm; AE > 0,25 mm) y Fe^{+3} correlacionados positivamente, mientras que el Al^{+3} fue negativo. En cuanto a las zonas de manejo son ZM6, ZM3 y ZM1 las que presentan los valores más altos en comparación con ZM4, ZM2 y ZM5.

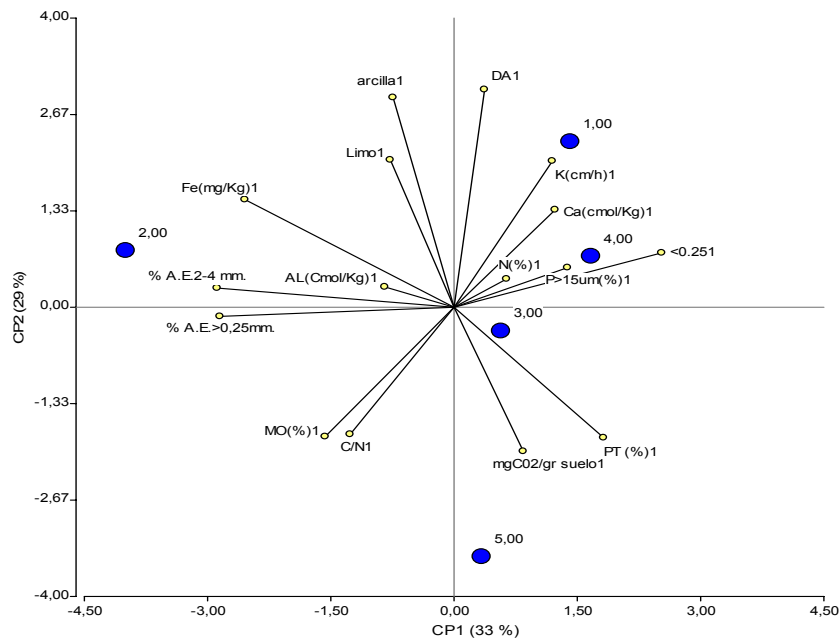


Gráfico 17. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables y zonas de manejo del sistema de producción 2: Sr. Portillo.

En cuanto al sistema de producción del Sr. Portillo, también los tres primeros componentes explicaron el 85 % de la variabilidad total (Gráfico 17); el CP=33 %, CP2=29 % y CP3=23 %. En este caso, las variables evaluadas: DA1, AE<0,25 mm, PT, Ks y mgCO₂ fueron positivamente correlacionados para el CP1, mientras que para el CP2 lo fueron: %A, Fe⁺³ y AE2-4 mm y %MO y AE>0,25 mm correlacionados negativamente. También en este caso, son las ZM5, ZM2 y ZM1 las que presentan los mayores valores en relación a las ZM4 y ZM3.

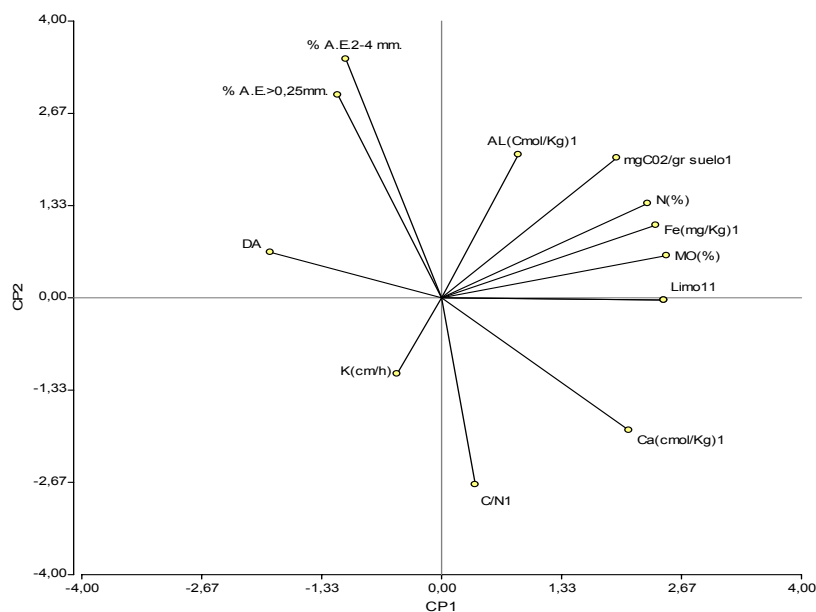


Gráfico 18. Relación entre el CP1 y el CP2 para todas las variables del sistema de producción 3: Familia Santos

En el Gráfico 18 se pueden observar los resultados del ACP del sistema de producción de la Familia Santos. El CP1 explica el 53 % y el CP2 explica el 23 % de la variabilidad total (77 %). En vista que ésta tiene una sola ZM1, porque tiene establecido solamente el cultivo de café, podemos observar que de todas las variables evaluadas para el CP1 son Ca^{+2} , C/N1, y mgCO_2 seguidas de Fe^{+3} , %MO y NT correlacionadas positivamente, mientras que %AE2-4 mm y %AE>0,25 mm correlacionaron positivamente según el CP2.

En general, resaltan como variables relevantes seleccionadas como indicadores de calidad del suelo, para los tres sistemas de producción: Físicos: AE 2-4 mm, AE>0,25 mm, %A, Da y Ks; Químicos: %MO, contenido de Fe^{+3} , Ca^{+2} intercambiable, C/N, NT y Al^{+3} intercambiable y Biológicos: mcgC-CO_2 , destacando como indicadores de mayor peso comunes a los tres sistemas de producción, el contenido de MO y de Fe^{+3} y los macroagregados estables al agua (AE 2-4 mm y AE>0,25 mm)

VII.1. Relación entre los índices de Biodiversidad (IB) y de Intensidad de Uso del suelo (IU) con los indicadores relevantes de calidad del suelo

En el Cuadro 68 se muestran las principales ecuaciones de regresión, así como sus coeficientes de determinación (R^2), que relacionan los Índices de Biodiversidad y de Intensidad de Uso determinados y diferentes variables de suelo independientes, resaltando los menores ajustes en las ecuaciones con el Índice de Biodiversidad (ÍB) que con el Índice de Intensidad de Uso (IU), sin embargo el $Al_{interc.}$ y la relación C/N son comunes en su mayor correlación con los dos índices (IB e IU); el Fe y el Ca también juegan un rol muy importante en su relación con la intensidad de uso del suelo. Esto se asocia coincide con los indicadores utilizados por el agricultor en relación al color en cada zona de manejo: rojo del suelo o al color oscuro, para definir las plantas que puede sembrar y asociar.

Cuadro 68. Ecuaciones de regresión simple que relacionan el Índice de Biodiversidad (a) y el Índice de Intensidad de Uso del suelo (b), variable dependiente “y”, con los indicadores relevantes de calidad del suelo (variable independiente “X”).

a) Índice de Biodiversidad (y)	Ecuaciones de regresión	R^2
➤ $Al_{interc.}$	$Y=0,0358X^{-0,9178}$	0,50
➤ C/N	$Y=0,0024X-0,0131$	0,46
➤ NT	$Y=-0,0351\ln(X)-0,0236$	0,29
b) Índice de Intensidad de Uso (y)		
➤ $Al_{interc.}$	$Y=0,1218X+0,0847$	0,80
➤ C/N	$Y=1,0771e^{-0,0794x}$	0,79
➤ Fe^{+3}	$Y=2,8635e^{-0,0101x}$	0,79
➤ $Ca_{interc.}$	$Y=0,2364X+0,1741$	0,72
➤ NT	$Y=0,2738\ln(X)+0,7629$	0,41

En el Cuadro 69 se cierra la integración de los indicadores técnicos encontrados en los sistemas de agricultura campesina evaluados, a su vez se asocian a los indicadores locales relevantes emitidos por los productores (as), generando una complementariedad del conocimiento empírico y conocimiento científico.

VIII.1. Integración de ambos tipos de indicadores generados con base al conocimiento local tradicional y al conocimiento científico, resaltando el intercambio de saberes.

Cuadro 69. Integración del conocimiento local tradicional de los productores (as) y del conocimiento científico de los sistemas de agricultura campesina evaluados en el Sector La Chapa – Estado Trujillo.

SAC- FAMILIA LOZADA	ZONAS DE MANEJO	INDICADOR LOCAL	Fe ⁺³ cmol.kg ⁻¹	% MO	PTotal (%)	CIC cmol.kg ⁻¹
	2	"Tierra roja con cascajo"	481,00	2,01	52,98	12,5
	4	"Tierra negra"		6,54		22,0
	5	"Tierra negra + profunda es roja"	485,86	5,66		
	6	"Tierra oscura y roja con abono"		6,19		
SAC- SR. JESUS PORTILLO	5	"Tierra pedregosa"			60,29	
	2	"Tierra negra con lajitas"		6,32	54,30	20,5
	1	"Tierra roja con piedras"	383,49		50,72	

Como se puede observar en el (Cuadro 69) al integrar el conocimiento local correlacionamos la percepción del productor con la evaluación de los análisis de laboratorio y encontramos una estrecha relación de los indicadores locales de ciertos atributos de suelo, cuando clasifica en una de zona de manejo como **"Tierra negra con lajitas"** como un suelo bueno para el cultivo de café cuando hay presencia de "Lajitas", término asociado a un cierto nivel de fertilidad en el suelo; este atributo no es fácil determinarlo en el laboratorio, porque hace referencia a un material rocoso con un cierto nivel de meteorización, esta "codificación" que da el productor no es demostrable en el laboratorio, sin embargo este conocimiento debe ser apropiado y debe valorizarse como un aporte al conocimiento científico.

De igual manera cuando el productor clasifica “Tierra roja y cascajo” en el laboratorio se valida porque se encontraron altos contenidos de Fe^{+3} ($481 \text{ cmol. kg}^{-1}$) en las diferentes profundidades evaluadas, y cuando señala que es el peor suelo de toda su parcela; coincidimos con los resultados del laboratorio porque se encontró los porcentajes de materia orgánica y de CIC con valores más bajos (2,01%) y los de capacidad de intercambio catiónico ($12,5 \text{ cmol.kg}^{-1}$), a su vez un material rocoso altamente frágil llamado “suelo con cascajo” nos indica un suelo altamente meteorizado. Este mismo productor a través de su experiencia en el campo encontró una especie “Canéfora” de café de hoja ancha que se adaptó muy bien en estas condiciones de suelo donde el productor manifestaba *“de broma se daba la yuca y el helecho”*.

La complementariedad del conocimiento empírico nos permite conocer la importancia del saber local, donde existen indicadores locales relevantes que permiten diferenciar, generando una clasificación con sus propios códigos que deben revalorizados por los técnicos e investigadores de cualquier proyecto de desarrollo agrícola, como se evidencia en los resultados encontrados.

IX. CONCLUSIONES

Los Sistemas de Agricultura Campesina establecidos en la Chapa se caracterizan por su alta biodiversidad, que provee de alimentos a las familias rurales, generando su sostenibilidad. La mayor biodiversidad se encontró en el S.A.C de la Familia Lozada, seguido del S.A.C del Sr. Jesús Portillo.

Se generó un inventario de todas las plantas cultivadas en los diferentes sistemas de producción. En el S.A.C de la Familia Lozada se encontró un total de 3.058 plantas cultivadas con 55 especies botánicas, seguido del S.A.C del Sr. Portillo con un total de 1.050 plantas en 28 especies con una biodiversidad moderada y por último el del Sr. Santos con muy baja biodiversidad.

Según el índice de biodiversidad utilizado, el S.A.C de la familia Lozada presentó los valores más altos de biodiversidad. La intensidad de uso del suelo fue tres veces mayor (0,979) en el S.A.C de la familia Lozada que en el del Sr. Portillo (0,312) y en el del Sr. Santos.

La diversidad biológica establecida en los Sistemas de Agricultura Campesina, le permiten mantener un ciclaje permanente de nutrientes en el suelo, generando condiciones apropiadas para el desarrollo de las plantas y la conservación y calidad del suelo.

Por otra parte se valida el conocimiento local, de los productores (as) que tienen en el manejo del uso del suelo y la clasificación local del suelo de los sistemas de agricultura campesina. Existe un conocimiento empírico en cuanto a los atributos de cada sistema de agricultura campesina (S.A.C), asociado a la variable suelo. De igual manera se valida la complementariedad de saberes de los agricultores/agricultoras con el conocimiento técnico-científico y con los análisis de diagnóstico del laboratorio.

En lo que respecta al S.A.C de la familia Lozada ellos clasificaron seis (6) tipos de suelos en su unidad de producción y el productor Jesús Portillo clasificó cinco (5) tipos de suelo, generando cada uno de ellos mapas de clasificación local de los suelos. Estos productores consideraron atributos de diagnóstico tales como: nivel de pedregosidad, tipo de meteorización, color de los suelos y vegetación. Hubo coincidencia al clasificar la ZM2, en el caso del SAC – Familia Lozada, como la zona que tiene los peores suelos, coincidiendo con lo obtenido en los análisis de laboratorio: son los suelos más infértiles ya que reportaron el valor menor de pH (2,4) con los porcentajes más bajos de materia orgánica (2,01%) y con la mayor densidad aparente ($1,44 \text{ Mg.m}^{-3}$); sin embargo estaba cultivado con café de la especie *Canéfora* adaptado a suelos extremadamente ácidos. El criterio de adaptabilidad de las especies a condiciones de suelos marginales es fundamental al momento de clasificar y establecer prioridades de investigación o planes de desarrollo en el país.

En efecto, existen Indicadores locales de características o atributos relevantes de los suelos. La clasificación de suelos generada por el agricultor y los indicadores utilizados por él se complementan muy bien con los indicadores que resultaron relevantes producto de esta investigación científica, destacando que los del agricultor son más complejos e integradores, e implican varios procesos biofísicos, que se complementan y son explicados a través de un gran número de indicadores generados científicamente.

Los tres sistemas evaluados fueron muy similares en cuanto a las propiedades químicas del suelo de referencia bajo bosque natural (Línea Base). Esto nos indica que estos suelos tienen propiedades edáficas similares a un sistema de bosque. El sistema de producción de la Familia Santos (3) que es cultivado solamente con café fue el más parecido al de la Línea; se consideró por ser un cultivo dominante y tradicional en la zona y por ser un cultivo protector de los suelos como se evidencia por observaciones directas a nivel de campo como por los resultados de los análisis del laboratorio.

En relación a los análisis de suelos en los diferentes SAC y zonas de manejo reportan valores altos de materia orgánica (4,5 hasta 9,6%). Se encontraron altos contenidos de nitrógeno (0,26 hasta 0,51%). Los altos contenidos de materia orgánica se reflejaron en valores adecuados de Da, Ks, macroporosidad y macroagregados estables al agua y, en general, buena calidad física del suelo.

Desde el punto de vista de su calidad química, son suelos extremadamente ácidos, con pH entre 3 a 4, y altos contenidos de hierro entre 175 a 1442 mg.kg Fe^{+3} y Al^{+3} intercambiable.

Las variables que resultaron relevantes, seleccionadas como indicadores de calidad del suelo, para los tres sistemas de producción, fueron: Físicos: AE 2-4 mm, AE>0,25 mm, %A, Da y Ks; Químicos: %MO, contenido de Fe^{+3} , Ca^{+2} intercambiable, C/N, NT y Al^{+3} intercambiable y Biológicos: C-CO₂. Estas variables evaluadas en el laboratorio resultaron indicadores de la calidad de suelos de los sistemas de agricultura campesina.

En cuanto a las mejores relaciones del Índice de Biodiversidad fueron con las variables Al^{+3} intercambiable, relación C/N y N total ($R^2=0,50$; 0,46 y 0,29), mientras que con el Índice de Intensidad de Uso del Suelo fueron Al^{+3} intercambiable, relación C/N, Fe^{+3} , Ca^{+2} intercambiable y N total ($R^2= 0,80$, 0,79, 0,79, 0,72 y 0,41 respectivamente).

Un aspecto a resaltar es que los sistemas de agricultura campesina diversificados no sólo protegen al suelo frente a procesos de degradación sino que mejoraron sus propiedades físicas; químicas y biológicas, aumentando significativamente el grado de correlación entre ellos.

Finalmente considero que este trabajo abre un camino hacia la investigación de estos tipos de sistemas de producción que aportan a la sostenibilidad en diferentes regiones de Venezuela, cuya naturaleza multifuncional es clave en la conservación de suelos y agua y especialmente en estos suelos frágiles del estado Trujillo.

Este trabajo genera una innovación en Venezuela, porque los sistemas tradicionales diversificados han sido poco evaluados y los resultados de laboratorio generaron indicadores de calidad de suelo en zonas de ladera y suelos frágiles bajo estos sistemas tradicionales de agricultura campesina, cuya interpretación debe ir complementado con el conocimiento local tradicional de los agricultores, así como los criterios e indicadores por ellos utilizados para ubicar sus cultivos asociados en los suelos correspondientes denominados aquí zonas de manejo.

X. RECOMENDACIONES.

- Estos trabajos de sistemas de agricultura campesina deben generar diferentes líneas de investigación, integrando aspectos sociales, tecnológicos, económicos y ambientales que se traduzcan en propuestas alternativas para mejorar la productividad y sostenibilidad de estos sistemas.
- La actividad microbiana del suelo debe evaluarse para conocer los microorganismos que están actuando bajo estas condiciones de acidez tan extremas.

XI. REVISION DE LITERATURA

- Alvear, M., Urra C, Huaquilao R, Astorga M, Reyes F (2007). **Actividades biológicas y estabilidad de agregados en un suelo del bosque templado chileno bajo dos etapas sucesionales y cambios estacionales**. R.C.Suelo Nutr. Veg. 7 (3): 38-50.
- Acuña, O., Peña, W., Serrano, E., Pocasangre, L., Rosales, F., Delgado E., Trejos, J., Segura, A. (2006). **La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos. IVII Reunión Internacional de la Asociación y Cooperaciones de Pesquisas sobre el Banano en el Caribe y América Tropical**. Universidad de Costa Rica - San José: 222-233p.
- Ahmad, H y Furtado, J (1980). Social and cultural aspect of home gardens. Tropical ecology and development. Malasia: 16-21p
- Alves, A y Marques, J (2005). **Etnopedología: Una nova disciplina? Tópicos em ciencia do solo**. 4: 321-344.
- Albrecht, A and Kandji, S. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. Agriculture, Ecosystems & Environment. 99: 15-27.
- Allievi, A (2000). **Los sistemas de conocimiento local referidos al suelo en tres sectores de la región de Monay**. Trabajo presentado para ascender a la categoría de Asociado. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Universidad de los Andes Trujillo. 82p.
- Albornoz, J (1998). **Estudios semidetallados de suelos y aguas de la Cuenca Alta y Media del río Castán**. M.A.R.N.R. Trujillo. 80p.
- Andrade, L., Castro M y González, C (1998). **Una clasificación empírica y rural de suelos como referencia para la conservación de los recursos naturales en el norte de Tamaulipas**. Agriculture, Ecosystems & Environment. 69: 10-17.
- Altieri, M (1996). **Conocimiento indígena revalorado en la agricultura de los Andes**. Boletín de ILEIA. 2p.
- Altieri, M (1995). **Traditional agriculture**. Agroecology: the science of sustainable. Usa 107 – 144p.
- Altieri, M. (1987). **The significance of diversity in the maintenance of the sustainability of traditional agroecosystems**. ILEIA. 3: 3 – 7.
- Altieri, M y Nicholls, C (2004). **Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico**. Foro. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. No. 73. p. 8 -20.

- Altieri, M y Nicholls, C (1998). **Sistema agroecológico rápido de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café**. Universidad de California. Berkeley. 15p.
- Avilan, J y Eder, H (1986). **Sistemas y regiones agrícolas de Venezuela**. Fundación Polar – Ministerio de Agricultura y Tierras. 125p.
- Barrios, E. y Trejo M.T. (2003). **Implications of local soil knowledge for integrated soil fertility management in Latin America**. Geoderma 111: 217-231.
- Barrera, N., Bassols, J y Zinck, A (2000). **Ethnopedology In Worrlldwide Perspective**. An annotated bibliography. Netherlands. 320p.
- Berroteran, L y Zinch, A (2000). **Indicadores de la sostenibilidad agrícola nacional cerealera. Caso de estudio: Venezuela**. Revista Facultad de Agronomía (Luz). 17: 139 – 155.
- Bhat, Kesava, Bracho, F y Freitas, C (1998). **La vuelta al Conuco Producción Naturista para un mundo en Crisis**. 2da Edición. Caracas- Venezuela. 280p.
- Cabaneiro, A Fernández I. Pérez, L., and Carballas, T (2008). **Soil CO₂ Emissions from Northern Andean Páramo Ecosystems: Effects of Fallow Agriculture**. Environment. Science Technology 42 (5): 1408–1415.
- Cabria, F., Calandroni, M y Monterubbianesi (2002). **Tamaño y estabilidad de agregados y su relación con la conductividad hidráulica saturada en suelos bajo labranza convencional y praderas**. Ciencia del suelo. 20 (2): 69- 80.
- Cajuste, L (1991). **Procedimiento para la cartografía digital de clases de tierras campesinas mediante sensores remotos**. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgrados. Montecillos, México. 95p.
- Calderón, G (1983). **Caracterización y utilidad de la clasificación campesina de suelos en dos zonas chinamperas del Valle de México**. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados, Montecillos. Mexico. 178p.
- Cantú, M., Becker, A., Bedano, J y Shiavo, H (2007). **Evaluación de la calidad de suelos mediante indicadores e índices**. Ciencia del Suelo. 25 (2). Buenos Aires- Argentina.
- Carrillo, Teolinda y Moreno, Glenda (2007), **Importancia de las plantas medicinales en el autocuidado de la salud en tres caseríos de Santa Ana Trujillo**, Departamento de Biología y Química. Núcleo Universitario "Rafael Rangel". Universidad de los Andes – Venezuela. 48 (2): 21-28
- Carrasco, J. (1973). **Química Agrícola I Suelos y Fertilizantes**. Editorial Alambra. Madrid. 472 p.

- Cesco, S., Romheld, V. M., Varanini, Z., Pinton, R. (2000). **Solubilization of iron by Water extractable humic substances. Plan. Nutr. Soil. Sci. 163:285-290.**
- Copijn, A. (1985). **Bio – Ecological. Soil Regeneration Methods.** Agriculture Man Ecology. Foundation Groenekanseweg. The Netherlands. 25p.
- Cuevas, J., Corner, J. y Ellies A. (2004). **Elementos de física y mecánica para evaluar la sustentabilidad de suelos agrícolas.** Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal. 4: 1-13.
- Chaves, A. (2005). **Conhecimento Local e uso do solo uma Abordagem etnopedológica.** Interciencia. 30: 524- 528.
- Dalurzo H., Toledo, D. y Vázquez, S. (2005). **Estimación de parámetros químicos y biológicos en oxisoles con uso cítrico.** 23(2):159 -165p
- De Natale A., Pollio A. 2007. **Plants species in the Folk Medicine of Montecorvino Rovella (inland Campania, Italy).** J. of Ethnopharm. 109: 295-303.
- Dorner, J. y Dorota, D. (2007). **La permeabilidad del aire y conductividad hidráulica saturada como herramienta para la caracterización funcional de los poros del suelo.** R.C. Suelo Nutrición Vegetal. 7(2): 1-13
- Espinoza, Y., Lozano Z. y Velásquez, L. (2007). **Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo.** Interciencia. 32: 1- 12.
- FAO, (1993). **La Diversidad de la naturaleza: Un Patrimonio Valioso.** Día Mundial de la Alimentación. 25p.
- Fernández, N. y Piñero, G. (2008). **La Caracterización de la heterogeneidad espacial de los ecosistemas: El uso de atributos funcionales derivados de datos espectrales.** Ecosistemas. 17: (3):1-12p.
- Florentino, A. (1998). **Guía para la evaluación de la degradación del suelo y de la sostenibilidad del uso de la Tierra: Selección de Indicadores Físicos. Valores Críticos.** Facultad de Agronomía. UCV. 12p.
- Gerritsen, P. (2000). **Indigenous Knowledge and Development Monitor, A farmer's perspective on biodiversity from Western Mexico.** 8: 1-6.
- Geilfus, F. (2000). **80 Herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico-planificación y monitoreo.** IICA. El Salvador. 205p.
- Giuseppe, A. (2005). **Conhecimento local e uso do solo: Uma Abordagem etnopedologica.** Interciencia. 30 (9): 524- 528.

- Goberna, E (2003). **"Microbial biomass, activity and community structure in semi-arid mediterranean forest soils. A case study in Crevillent mounain range"**. Centro de Investigación sobre Desertificación. Tesis de Doctorado. Universidad de Valencia. España. 150p.
- Godoy, P (2002). **Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de compost en la Facultad de Agronomía**. Universidad Central de Venezuela. 76p.
- González, F (1993). **Algunas reflexiones alrededor de los conceptos: Ecosistema, Cultura y Desarrollo Sostenible**. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo. IDEADE. Universidad Javeriana. Ambiente y Desarrollo. 1: 17-43.
- Glaser, B y Strauss, A. (1967). **Strategies for Qualitative Reserarch**. Universidad de California. San Francisco EEUU. 265p.
- Greiner, R., Patterson, L., Millar, O (2009). **Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers**. Agricultural Systems. 99:86-104.
- Gliessman, S, (2002). **Procesos ecológicos en una agricultura sostenible**. CATIE, Turrialba, C.R. Costa Rica. 358p.
- Gliessman, S., Garcia, E., y Amador, A (1981). **The ecological basis for the application of tradicional agricultural tecnology in the management of tropical agroecosystems**. Agro- Ecosystems: 173 – 185.
- Harada, Y and Inoko, A (1980). **The measurement of the cation-exchange capacity of composts for the estimation of the degree of maturity**. Soil Sci. Plant Nutr. 26: 127-134 .
- Harrington, L (1992). **Measuring Sustainability: Issues and Alternatives**. Journal for Farmin Systems Research – Extension. 3: 1-17.
- Hernández, I., Medina, E., López, D. (2004). **Respiración edáfica y aportes de materia orgánica por las raíces y la hojarasca en un cultivo de caña de azúcar**. Agronomía Tropical. 45 (1): 121-142.
- Ibáñez M y García, A, (2002). **Diversidad: Biodiversidad Edáfica y Geodiversidad**. Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC - Madrid. Edafología. Vol. 9 (3): 329-385.
- Infostat, (2002). **InfoStat versión 1.1**. Grupo InfoStat. Fac. Cs. Agr. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Jackson L, Pascual, U and Hodgkin T. (2007). **Utilizing and conserving agrobiodiversity in agricultural landscapes**. Agriculture Ecosystems Environment. 30: 0 – 15.

- Jensen, M (1993). **Soil condtions, vegetación structure biomass of a Javanese homegarden**. Agroforestry Systems 24: 203 -213.
- Karl, M y Restrepo, J (1997). **Conservación de suelos y aguas en la zona Andina. “Hacia el desarrollo de un concepto integral**. CIAST- Colombia. 120p.
- Karlen, DL; MJ Mausbach; JW Doran; RC Cline; RF Harris & GE Schuman. (1997) Soil Quality; concept, rationale and Research Needs. *Soil Science Society of America*, Committee.
- Kolawole, O. (2001). **Local Knowledge utilization and sustainable rural development in the 21 st century**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 9: 13 – 15.
- Lefroy, R. D. B.; Bechstedt, H.D.; Rais, M. (2000). **Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand**. Agriculture, Ecosystems and Environment 81: 137-146.
- Lobartini, J y Orioli, G (1988). Absorption of iron humate in nutriente solutions by plants. *Plan Soil*. 106: 153-157
- London, M (1998). **Biodiversity conservation and indigenous Knowledge**: rethinking the role of antropology. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 6: 13 - 15.
- Lox, R. (1998). **Introducción a los Huertos Caseros Tradicionales Tropicales**. Modulo de enseñanza Agroforestal. No 3. CATIE. GTZ.
- Lox, R. (2001). **A better undertanding of tradicional homegardens through the use of locally defined management zones**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 9: 14 – 19.
- Mairura, F.,Mugendi, D., Ramisch, J.,Mbugua, P y Chianu, J (2007). **Integrating scientific and farmers evaluation of soil quality indicators in Central Kenya**. Geoderma. 139: 134 – 143.
- Mausbach,M y Tugel, A (1997). **Soil Quality** - A Multitude of Approaches. Symposium. California Soil Quality: From critical reserch to sustainable management. California. 10p.
- Matus, F., Lusk, C., Maire, C. (2008). **Effects of soil texture, C input rates and litter quality on free organic matter and N mineralization in Chilean rain forest and agricultural soils**. Comm. Plant and Soil Analysis. *In press*.
- Méndez, P. (2006) **Los conceptos de seguridad alimentaria y soberanía alimentaria dentro la concepción de Desarrollo del PND**. 186-196. www.soberaniaalimentaria.com/.../MendezSoberianiaAlimentaria.

- Méndez, V., Lox, R. y Somarriba, E. (2001). **Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro – zonation, plant use and socioeconomic importance.** Agroforestry Systems. 51: 85 – 96.
- Mendoza, S (2007). **Los suelos ácidos en la producción agrícola de la región Frailesca Chiapas- México.** I Seminario de Cooperación y desarrollo en espacios rurales Iberoamericanos, Sostenibilidad e Indicadores. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Montgomery, D (1991). **Diseño y Análisis de Experimentos.** Grupo Editorial Iberoamerica. México. 589p.
- Moreno, J., Guibertau, A., Lopez, P (1993). **La materia orgánica en los sistemas agrícolas manejo y utilización.** Instituto Nacional de la Reforma y Desarrollo Agrario, Madrid, 43p.
- Murage, W.E., Naranja, K.N., Smithson, C.P., Wooner, P.L. 2000. **Diagnostic indicators of soil quality in productive and no-productive smallholder's fields of Kenya's Central Highlands.** Agriculture, Ecosystems and Environments 79:1-8.
- Nourbakhsh, F (2008). **Decoupling of soil biological properties by deforestation.** Agriculture Ecosystems & Environment. 12: 435 – 438.
- Oades, J (1984). **Soil organic matter and structural stability mechanism and implications for management.** Plant and Soil. 76: 319-337.
- Ottaviani, O., Ji Li and Pastore, G (2003). **A multidimensional approach to understanding agro-ecosystems.** A case study in Hubei Province, China. Agricultural Systems. 76: 207 - 225.
- Parr, J., Papendick, R., Hornick, S. y Meyer, R. (1992). **Soil quality: attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture.** American J. of Alternative Agriculture 7: 5-11.
- Pérez, M y Read, D (2004). **Los hongos ectomicorrízicos lazos vivos que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza.** Interciencia. 29 (2):239-247.
- Pérez, T., Infante, J y Gámez, J (2003). **Conociendo el sistema de producción Conuco en el Estado Trujillo.** Seminario presentado en la Cátedra Libre Unir. Núcleo Rafael Rangel – ULA.
- PLA, I. 1983. **Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en ambientes tropicales.** Revista de la Facultad de Agronomía, UCV. Alcance No. 32. 91 p.

- Quiroz, C (1990). **El Método de la Teoría Fundamentada en los Datos (TFD)** Material Utilizado en el Seminario: "La Investigación Interpretativa: el potencial de su uso en el enfoque de investigación de Sistemas Agropecuarios y Extensión. FONAIAP – Lara. 28p.
- Quiroz, C. (1996). **Local Konowledge systems contribute to sustainable development.** Indigenous Knowledge and Development Monitor. 4: 3-5.
- Quiroz, C., Pérez, T., Rodríguez, D., Infante, J y Gamez, J. (2001). **Contribución de Huertos Familiares (Conucos) a la Conservación in situ de Recursos Fitogénéticos en Sistemas Agrícolas. Componente Venezuela.** ULA – NURR. Trujillo.
- Quiroz, J (2005). **Comparación del Poro (Erythrina berteroana) y Madero Negro (Gliricidia sepium) en un Sistema Silvopastoril con Brachiaria brizantha, con una Asociación de Brachiaria brizantha y Arachis pintoi. II. Actividad Microbiana y Distribución Espacial de Lombrices.** Escuela Centroamericana de Ganadería. Costa Rica. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/esquivel.htm>.
- Rodríguez B., España M., y Cabrera E (2004). **Propiedades químico- estructurales de la materia orgánica del suelo en un agro sistema de los llanos centrales venezolanos bajo diferentes prácticas de manejo.** Interciencia 29 (8): 1-7.
- Rodríguez, O (1995). **Guía de conservación de suelos.** Facultad de Agronomía. Maracay –UCV. 8p.
- Ruiz, O (2004). **Actividades microbiológicas y biomasa en agregados de dos suelos del estado Guárico manejados con diferentes tipos de cobertura.** Trabajo de grado presentado para obtener el título de Magíster Scientiarum en Ciencia del suelo. Facultad de Agronomía – UCV.151p.
- Ryder, R (2002). **Local soil knowledge and site suitability evaluation in the Dominican Republic.** Departamento of Earth Sciences, University of Alabama, Mobile, AL 36688, USA.
- Seber, G. 1984. **Multivariate observations.** John Wiley & Sons, New York, USA.
- Senez, J. (1976). **Microbiología de Suelos.** Madrid. España. 25p. 404p.
- Seybold, C., Mausbach, D., Karlen, D y Rogers, H (1997). **Quantification of Soil Quality.** 387 – 397p.
- Silverio, M y Semprun, M (1991). **Proyecto de Conservación de Suelos y Aguas. Microcuenca Quebrada Agua Clara Sub Cuenca Río Castán .** Ministerio del Ambiente. Trujillo. 80p

- Singer, M y Ewing, S (2000). **Soil Quality**. Handbook of Soil Science. M.e. Summer (ed). University of California. CRC Press. Boca Ratón, Fl. 271-298p
- Singh, V (1996). **La diversidad en la agricultura de Montaña**. Boletín de ILEIA. 16 – 17pp.
- Soemarwoto, O (1995). **Homegardens: a traditional agroforestry system with a promising future**. Agroforestry: A decade of development. 5: 158 – 170.
- Subedi, K (1996). **In – situ manuring: a traditional way to maintain soil fertility**. ILEIA. Newsletter 12 (1): 19.
- Shackeroff, J. y Campbell. L. (2007). **Traditional Ecological Knowledge in Conservation Research: Problems and Prospects for their Constructive Engagement**. Conservation and Society 5(3): 343–360.
- Stoian, D (2005). **Métodos cualitativos para la investigación y acción participativa**. Curso. CATIE-CeCoEco. Costa Rica.
- Stuart, H (2007). **Traditional agricultural landscapes as protected areas in international law and policy**. Agriculture Ecosystems and Environment. 30:1 – 12p.
- Studley, J (1998). **Dominant Knowledge systems and local Knowledge**. [http: // www.mtnforum / index.html.org / mtnforum / index.html](http://www.mtnforum/index.html.org/mtnforum/index.html).
- Swarf, R., Raskin, P y Robinson, J (2004). **The problem of the future: sustainability science and scenario analysis**. Global Environmental change. 14:137 – 146.
- Tittonell, P., Vanlauwe, B., Leffelaar, P., Rowe, E y Giller, E (2005). **Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farm in western Kenya. Heterogeneity at region and farm scale**. Agriculture Ecosystems & Environment. 110: 149-165.
- Torres, D (2005). **Evaluación de la infiltración, escorrentía y disponibilidad del nitrógeno como índice de calidad de suelo en un ultisol degradado sometido a prácticas conservacionistas**. Trabajo de grado para optar al título de Maestría. Instituto de Edafología - UCV. Maracay. 125p.
- Torres, D., Rodríguez, N., Yendis H., Florentino, A y Zamora, F (2006). **Cambios en Algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el sector el Cebollal, Estado Falcón**. Biagro. 18 (2): 123-128.
- Toledo, VM (2000). **Indigenous Knowledge of soils an ethnoecological conceptualization**. International Institute for Geo-Information and Earth Observation. ITC. 77: 1-9

- Thompson, L y Troeh, F (2002). **Soils and Fertility**. McGraw- Hill. 4ta Edition. New York. USA. 331p.
- Trasar, M., Leiros, M., Gil, F (2000). **Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters**. Soil Biology & Biochemistry 32: 747-755.
- UCV (1993). **Métodos de análisis de suelos y plantas**. Cuadernos Agronomía – Instituto de Edafología. Maracay. Aragua -Venezuela. 89p
- Volke, V., Sepulveda, I (1987). **Agricultura de Subsistencia y Desarrollo Rural**. EditorialTrillas. México. 159p.
- Warren, M (1995). **El Uso del Conocimiento Local en el Desarrollo Agropecuario**. Studies in Technology and Social Change. No. 24. Iowa. U.S.A. 127p.
- Worm, B y Duffy, E (2003). **Biodiversity, productivity and stability in real food webs**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 6: 3-5.
- Zinch, A (2005). **Etnopedology**: a worldwide perspective. America.374p
- Zweifel, H (2005). **Biodiversity and the appropriation of Women Knowledge**. Indigenous Knowledge and Development Monitor. 8: 6-9.