

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA**  
**MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL**



**INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL SUELO CON  
MANEJO TRADICIONAL DE CULTIVOS EN LA COMUNIDAD  
NATIVA DE CHAMBIRA PICOTA- SAN MARTIN, 2019.**

**Tesis**

**Para optar el Grado Académico de**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA,  
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

**Presentado por:**

**Gerardo Acuña Núñez**

**Tingo María – Perú**

**2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**DIRECCIÓN**



"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS**  
**Nro. 025 -2020-EPG-UNAS**

En la ciudad universitaria, siendo las 07:00pm, del día jueves 17 de diciembre del 2020, reunidos virtualmente vía Microsoft team, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**“INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL SUELO CON MANEJO TRADICIONAL DE CULTIVOS EN LA COMUNIDAD NATIVA DE CHAMBIRA PICOTA- SAN MARTIN, 2019.”**

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión Ambiental de nombre Gerardo Acuña Núñez.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **Aprobado** con el calificativo de **Muy Bueno**.

Acto seguido, a horas 9:30 pm. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....  
Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE  
Presidente del Jurado

.....  
M.Sc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO  
Miembro del Jurado

.....  
M.Sc. WARREN RIOS GARCIA  
Miembro del Jurado

.....  
M.Sc. NELINO FLORIDA ROFNER  
Asesor

## **DEDICATORIA**

A Dios, por orientarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no desistir en los problemas que se presentaron, enseñándome a enfrentar y superar las limitaciones sin perder los buenos valores.

A mis queridos padres: Bernardo Acuña Campos y María Fastunia Nuñez Calderón; por sus consejos, comprensión, amor, que me formaron como persona y permitieron lograr mis objetivos y metas.

A mi esposa y mi hijo, que han sido mi inspiración durante todo este tiempo; les agradezco por estar cuando los necesité y así aportar en mi proyecto profesional.

**El autor**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites disfrutar de todos mis logros que son resultado de tu ayuda, los obstáculos me sirven para mejorar como ser humano. La tesis ha sido una bendición en todo sentido y estaré agradecido, pues la meta está cumplida.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haber permitido formarme, gracias a todos los docentes que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes con sus aportes, que hoy se ve reflejada en la culminación de mi paso por la escuela de pos grado de la universidad.

A mis compañeros de estudio y de trabajo de la Gestión del Parque Nacional Cordillera Azul - SERNANP; por sus consejos y palabras de ánimo que me ayudaron durante este proceso.

Al Dr. Nelino Florida Rofner, por el asesoramiento en la formulación del proyecto de tesis y durante la ejecución, redacción y sustentación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Comunidades nativas.....	4
2.2 Agricultura en comunidades nativas.....	5
2.3 Calidad del suelo en sistemas agroecológicos.....	7
2.4 Manejo tradicional en comunidades amazónicas.....	8
a). Frutales mixtos.....	10
b). Rotación de cultivos.....	12
2.5 Indicadores físicos y químicos del suelo.....	12
a). Textura.....	12
b). Densidad del suelo.....	13
c). Resistencia a la penetrabilidad.....	15
d). pH.....	16
e). Materia orgánica.....	17
f). Nitrógeno total.....	18
g). Fosforo.....	18
h). Potasio.....	20
i). Calcio.....	20
j). Magnesio.....	22
k). Capacidad de intercambio catiónico.....	22

2.6	Antecedentes.....	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1	Área de estudio.....	32
3.1.1	Clima.....	33
3.1.2	Hidrografía.....	33
3.1.3	Suelos.....	33
3.2	Materiales y equipos.....	34
3.3	Metodología.....	34
3.3.1	Tipo y nivel de investigación.....	34
3.3.2	Diseño de la investigación.....	35
3.3.3	Selección de áreas con manejos tradicionales.....	35
a)	Bosque secundario.....	35
b)	Frutal mixto.....	37
c)	Rotación de cultivos.....	37
3.3.4	Muestreo de campo.....	39
3.3.5	Parámetros evaluados.....	39
3.4	Análisis estadístico.....	40
3.5	Variables.....	41
IV.	RESULTADOS.....	42
4.1	Indicadores físicos.....	42
4.2	Indicadores químicos.....	43
V.	DISCUSIÓN.....	46
5.1	Indicadores físicos.....	46
5.1	Indicadores químicos.....	48
VI.	CONCLUSIÓN.....	52

VII.	RECOMENDACIONES.....	53
VIII.	ABSTRACT.....	54
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
X.	ANEXOS.....	61
10.1	Indicadores físicos evaluados.....	61
10.2	Análisis de varianza para los indicadores físicos.....	63
10.3	Prueba de Duncan para los indicadores físicos.....	67
10.4	Análisis de varianza para los indicadores químicos del suelo.....	69
10.5	Prueba de Duncan para los indicadores químicos del suelo.....	74
10.6	Identificación y muestreo de áreas con manejo tradicional.....	77

## Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
01. Interacción textura, densidad aparente y crecimiento radicular.....	15
02. Niveles de resistencia del suelo a la penetración.....	16
03. Niveles de pH del suelo.....	17
04. Niveles de materia orgánica.....	18
05. Rangos interpretativos para nitrógeno total.....	18
06. Rangos interpretativos para fósforo total.....	19
07. Rangos interpretativos para potasio intercambiable.....	20
08. Rangos interpretativos para calcio intercambiable.....	21
09. Rangos interpretativos para magnesio intercambiable.....	22
10. Rangos interpretativos para calcio intercambiable.....	23
11. Rotación anual de cultivos.....	38
12. Indicadores físico-químicos evaluados.....	40
13. Estadística descriptiva de los indicadores físicos.....	43
14. Análisis general de Indicadores químicos.....	44
15. Estadística descriptiva de los diferentes indicadores químicos.....	45
16. Análisis general de la textura.....	61
17. Análisis general de la densidad y resistencia a la penetrabilidad.....	62
18. Análisis de varianza para la fracción arena.....	63
19. Análisis de varianza para la fracción limo.....	63
20. Análisis de varianza para la fracción arcilla.....	64
21. Análisis de varianza para la DA10.....	64
22. Análisis de varianza para la DA20.....	65

23. Análisis de varianza para la DA30.....	65
24. Análisis de varianza para la RP10.....	66
25. Análisis de varianza para la RP20.....	66
26. Análisis de varianza para la RP30.....	67
27. Prueba de Duncan para la fracción arena.....	67
28. Prueba de Duncan para la fracción limo.....	67
29. Prueba de Duncan para la fracción arcilla.....	68
30. Prueba de Duncan para la DA20.....	68
31. Prueba de Duncan para la RP20.....	68
32. Análisis de varianza para la variable pH.....	69
33. Análisis de varianza para la variable MO.....	69
34. Análisis de varianza para la variable N.....	70
35. Análisis de varianza para la variable P.....	70
36. Prueba de Duncan para el indicador K disponible.....	71
37. Prueba de Duncan para el indicador Ca intercambiable.....	71
38. Prueba de Duncan para el indicador K intercambiable.....	72
39. Prueba de Duncan para el indicador Mg intercambiable.....	72
40. Prueba de Duncan para el indicador Na intercambiable.....	73
41. Prueba de Duncan para el indicador CIC.....	73
42. Prueba de Duncan para el indicador pH.....	74
43. Prueba de Duncan para el indicador MO.....	74
44. Prueba de Duncan para el indicador N.....	74
45. Prueba de Duncan para el indicador P.....	75
46. Prueba de Duncan para el indicador K disponible.....	75
47. Prueba de Duncan para el indicador Ca intercambiable.....	75

48. Prueba de Duncan para el indicador Mg intercambiable.....	76
49. Prueba de Duncan para el indicador K intercambiable.....	76
50. Prueba de Duncan para el indicador Na intercambiable.....	76
51. Prueba de Duncan para el indicador CIC.....	77

## Índice de figuras

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
01. Comunidades Nativas por regiones.....	5
02. Triangulo para determinar la clase textural.....	13
03. Clasificación de la densidad aparente.....	14
04. Mapa de ubicación de la comunidad de Chambira.....	32
05. Bosque secundario.....	36
06. Área de frutal mixto.....	37
07. Área de rotación de cultivos.....	38
08. Tendencia de los principales indicadores químicos.....	45
09. Comunidad Nativa de Chambira.....	77
10. Muestreo bosque secundario.....	78
11. Muestreo en frutal mixto.....	78
12. Muestreo en rotación de cultivos.....	79

## RESUMEN

El manejo tradicional aplicado por la Comunidad Nativa de Chambira marca distancia con el manejo convencional; el manejo tradicional en las comunidades se basa en parcelas agroforestales combinando especies alimenticias como frutales, medicinales y maderables. Por ello, el objetivo fue evaluar los indicadores físicos y químicos de los suelos con manejo tradicional de cultivos en la comunidad Nativa Chambira Provincia Picota-San Martín. La investigación es no experimental descriptivo comparativo con ajuste estadístico de diseño completamente aleatorizado donde los tratamientos lo constituyeron el manejo tradicional frutal mixto (FM), rotación de cultivos (RC) y bosque secundario (BS); se evaluaron indicadores físico como: textura, densidad aparente (DA), resistencia a la penetrabilidad (RP), porosidad total (PT) en diferentes estratos y químicos como: pH, MO, N, P, K, Ca, Mg, Na y CIC. Los resultados muestran que los indicadores físicos en estrato superficial no presentan diferencias, excepto, la densidad aparente DA<sub>30</sub> (0.2 a 0.3 m), la resistencia a la penetrabilidad RP<sub>20</sub> (0.1 a 0.2 m) y la porosidad total en el estrato PT<sub>30</sub> (0.2 a 0.3 m). Los indicadores químicos presentan diferencias en todos los casos; el manejo frutal mixto presenta las medias más altas en P, K disponible, calcio, magnesio, K intercambiable y CIC, y el manejo de rotación de cultivos presenta las medias más altas en pH y materia orgánica. Se concluye, que los manejos de frutales mixtos y rotación de cultivos en la comunidad de Chambira son técnicas tradicionales con gran potencial para mejorar los indicadores fisicoquímicos de los suelos.

## I. INTRODUCCIÓN

Las Comunidades Nativas (CN) están conformadas por familias vinculadas por aspectos culturales, sociales, y por la forma de usufructo común y permanente del territorio y el estado promueve la educación integral, con capacitación en temas agropecuarios y forestales, en el territorio de las CN (DECRETO LEY N° 22175, 1978). Sin embargo, hay mucha presión de foráneos por el usufructo de las tierras de las comunidades y lo más peligroso con sistemas de manejo convencional, que el estado no ha podido hacer algo efectivo.

La ineficiencia o inoperancia de las autoridades del Estado, ha generado que las CN prefieran vivir alejados de las políticas gubernamentales y amparados en la Constitución Política de 1993, que reconoce a las CN una amplia autonomía en su organización y libre uso de sus tierras (PEÑA, 2010); desarrollando, sistemas agroecológicos con manejo tradicional de los cultivos en las comunidades basadas en la típica tala y quema de bosque que facilita la siembra, limpia la chacra, abona la tierra y se vuelve suave y da mejores cosechas (MAGNUSSEN, 2015).

Evidentemente la instalación de cultivos en las comunidades involucra la tala y quema de bosques; sin embargo, post instalación el manejo tradicional aplicado por la Comunidad Nativa de Chambira (CNCH), marca

distancia con el manejo convencional, teniendo en cuenta que el manejo tradicional en las comunidades indígenas se basa en parcelas agroforestales combinando especies alimenticias como frutales, medicinales y maderables que van a formar los huertos familiares alcanzando en algunos casos hasta decenas de especies vegetales, esta práctica ecológicamente permite la conservación de la biodiversidad (SHAPIAMA, 2008). Social y económicamente son el soporte alimentario para la vida del Perú (VALLADOLID, 2015).

El manejo tradicional de los cultivos en la CNCH, ámbito del distrito de Shamboyacu, provincia Picota y región San Martín, permiten la conservación de los suelos y la diversidad de cultivos en el valle del Ponaza, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul. En este contexto, el problema de la investigación fue ¿Cuál es la variación de los indicadores físicos y químicos de los suelos con manejo tradicional de los cultivos en la CNCH, distrito Shamboyacu, Provincia Picota-San Martín, 2019?; teniendo como respuesta hipotética “Los indicadores físicos y químicos de los suelos varían con el manejo tradicional de los cultivos en comparación al bosque secundario en la CNCH, distrito Shamboyacu, Provincia Picota -San Martín.

Los objetivos de la investigación fueron:

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar los indicadores físicos y químicos de los suelos con manejo tradicional de cultivos en la comunidad Nativa Chambira Provincia Picota-San Martín 2019.

## 1.2 Objetivos específicos

- a) Determinar la textura de los suelos con manejo tradicional de frutales mixtos, rotación de cultivos y bosque secundario.
- b) Determinar los indicadores químicos: pH, MO, N, P, K,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , CIC y % BC de los suelos con manejo tradicional de frutales mixtos, rotación de cultivos y bosque secundario.
- c) Comparar las diferencias entre los indicadores físicos y químicos de los suelos con manejo tradicional de frutales mixtos, rotación de cultivos y bosque secundario.

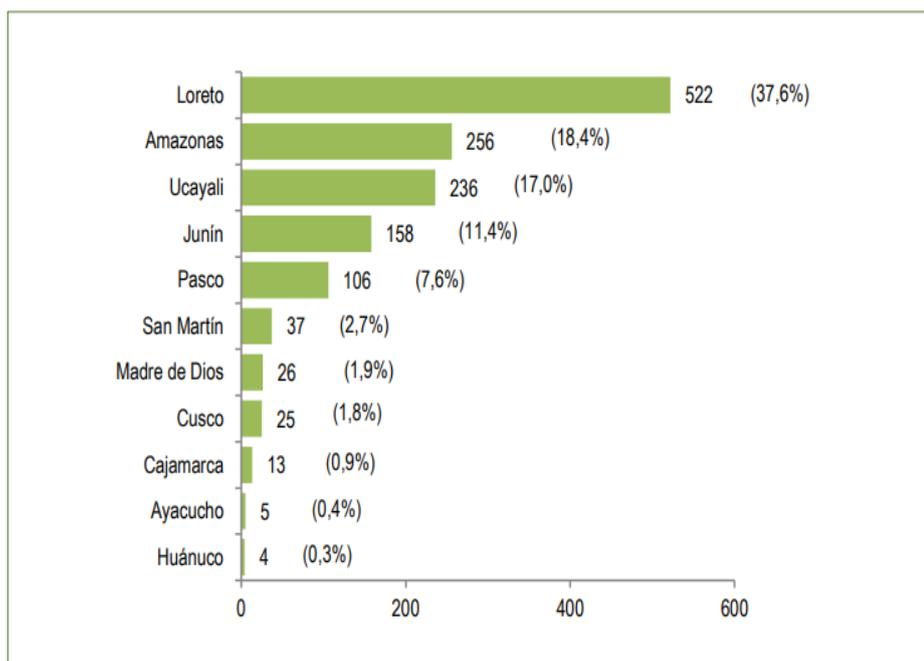
## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Comunidades nativas

PEÑA (2010) refiere que según la constitución política del año 1993 Artículo 89° las CN existen legalmente y se clasifican como personas jurídicas. Gozan de autonomía organizativa, en el trabajo comunitario y en el usufructo del territorio, su organización económica administrativa circunscrita en el marco de la ley. El estado respeta la identidad cultural de las CN y la propiedad de sus tierras es imprescriptible.

El D.S. N° 003-79-AA precisa que, son integrantes de una CN los nacidos en la misma y aquellos que viven permanentemente o son incorporados a la CN y que cumplan los requisitos estipulados en el estatuto de la CN. También, el Instituto Nacional de estadística e Informática-INEI (2012) señala, las CN están instituidas por grupos vinculados por el dialecto, manifestaciones socioculturales, tenencia y uso constante de un mismo territorio con asentamiento definido o itinerante.

En Perú, los departamentos con mayor presencia de CN son: Loreto, Amazonas, Ucayali y Junín (INEI, 2012). La Figura 1, describe el número de comunidades y el área total que ocupa a nivel de regiones.



Fuente: INEI (2012)

Figura 01. Comunidades Nativas por regiones

PEÑA (2012) recomienda al Estado, en cumplimiento a la constitución del 93, respetar la propiedad de las CN junto a sus conocimientos ancestrales tradicionales que constituyen un conjunto saberes estructurados que puede retroalimentarse con nuevos hallazgos a través de las generaciones, y ser protegidos por el estado para evitar su pérdida, lo cual está directamente vinculada con la implementación de leyes y normas que protegen el valor de estos conocimientos de carácter cultural, económico, Ambiental, medicinal, entre otros, que deben gozar de derecho de patente.

## 2.2 Agricultura en comunidades nativas

BEDOYA *et al.* (2017) señalan que la agricultura migratoria o transitoria, es desarrollada por migrantes en la Amazonía peruana, y en general en el sur de América, muy distinta de los sistemas tradicionales desarrollados

por los indígenas; esto, ha sido materia de discusión en la comunidad científica y política. En contraste, la agricultura transitoria ha permanecido en el tiempo y sigue siendo aplicado por migrantes, en muchas regiones del sur de América.

En el contexto actual, en un escenario de calentamiento global derivado del cambio climático (CC), la agricultura migratoria ha adquirido relevancia en la comunidad científica, por su impacto en la deforestación y su aporte al CC; este sistema Agrícola se diferencia muy claramente de las prácticas productivas de las CN. En consecuencia, ha generado confusión y debate frente al manejo tradicional desarrollada por las CN amazónicas, estilo de vida basada en prácticas relacionadas a la cacería, pesca y extracción, y en general, al manejo agroecológico de sus tierras (Cairns, 2015; citado por BEDOYA *et al.*, 2017).

La agricultura migratoria de tala, rozo y quema practicada por colonos, provoca deforestación, aunque se desarrollen en pequeñas áreas (BEDOYA *et al.*, 2017); contrariamente, en las comunidades indígenas se instalan parcelas agroforestales, que combinan especies alimenticias como frutales, medicinales y maderables que forman los huertos familiares incorporando en algunos casos hasta decenas de especies vegetales, esta práctica desde el punto de vista ecológico permite la conservación de la diversidad biológica (SHAPIAMA, 2008). Por tanto, las CN contribuyen con la alimentación del país, la conservación de riqueza fitogenética basado en sus saberes ancestrales y tienen relevancia socioeconómica para la vida del Perú (VALLADOLID, 2015).

### 2.3 Calidad del suelo en sistemas agroecológicos

MACHADO *et al.* (2009) refieren que la discusión sobre calidad de suelo se intensificó en los años 1990, cuando la comunidad científica fue consciente de la importancia del suelo en la calidad ambiental; señalan, además, que Lal & Pierce en 1991, fueron los precursores en alertar sobre la relación del manejo de suelo y la sustentabilidad de la agricultura. además, el término calidad del suelo, refiere a la capacidad de este recurso para producir y mantener los servicios ambientales del agroecosistema, por lo que, incluye conceptos de sostenibilidad del recurso (MEZA *et al.*, 2017).

GUTIÉRREZ *et al.* (2008) responsabiliza a criterios políticos usualmente desfavorables, a la pobreza, mercados, insumos y crédito poco accesible y a las tecnologías no apropiadas para mejorar el manejo Agrícola en las fincas. Con el desarrollo de una agricultura que les permita subsistir, estos agricultores agotan el suelo, bajo estas condiciones es inevitable la deforestación, erosión del suelo, desertificación, y otros efectos negativos sobre la calidad del suelo, el agroecosistema en su conjunto y la biodiversidad.

En contraste, los sistemas de producción que se desarrollan en las comunidades se enmarcan en una agricultura agroecológica (BEDOYA *et al.*, 2017; MAGNUSSEN, 2015; SHAPIAMA, 2008), forma particular que se desarrolla la agricultura, acercándose en lo posible a los ciclos generales que se desarrollan en el ambiente natural; esta semejanza azume el uso correcto de los recursos que participan en los ciclos de producción, sin generar desequilibrios (CHARVET, 2012). Por ello, el término agroecología contempla un enfoque

agrícola ligado al entorno y flexible socialmente; orientada en la productividad y sostenibilidad ecológica del área de producción (ALTIERI, 1999). Tal como lo conciben las comunidades nativas.

El manejo agroecológico propicia la protección integral suelo-cultivo con prácticas que permiten el reciclaje de nutrientes e incorporación de materiales orgánicos (asociación de cultivos, abonos orgánicos, coberturas de suelo y otras técnicas tradicionales), las rotaciones de cultivo y el no uso de insumos convencionales. La agricultura agroecológica asume el uso correcto de los recursos, centrada en el área de producción y en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción (ALTIERI, 1999). Sin embargo, los investigadores advierten que las prácticas no sostenibles provocan la pérdida de la MO (NAVARRO *et al.*, 2019; NAVARRO *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ *et al.*, 2018) desencadenando la degradación de los principales indicadores de calidad física, química, y biológica del suelo (Da SILVA *et al.*, 2015).

Los sistemas de manejo agroecológico son importantes porque incorporan restos orgánicos que aumentan la porosidad total y efectiva y disminuyen la densidad aparente. Además, la distribución de los nutrientes tiende a aumentar de manera estratificada, permaneciendo la biodisponibilidad de los principales nutrientes como P, K, Ca y Mg en la superficie del suelo, en comparación con la labranza convencional (VERHULST *et al.*, 2015).

#### **2.4 Manejo tradicional en comunidades amazónicas**

La aplicación de la agricultura transitoria, la ganadería, el avance del área urbana y el uso del fuego, está generando la pérdida selectiva y

generalizada de biodiversidad, reduciendo las posibilidades de expansión del manejo sostenible de los bosques (ORANTES *et al.*, 2013). La Amazonia, presenta una amplia diversidad de plantas que ofrecen: alimentos y medicamentos; además de funciones ambientales, estas funciones o servicios son invaluable, porque mantiene la salud y la alimentación de las familias en muchas CN (FAO, 2012).

Hay que considerar que las diferentes formas de manejo aplicado en la agricultura es la base para garantizar la seguridad alimentaria humana, frente a futuras amenazas en la agricultura y alimentación; por ello, el agricultor se convierte en pieza fundamental, sus conocimientos y formas de organizarse determinaran la permanencia, sustentabilidad, biodiversidad y la seguridad alimentaria (PINO, 2008). El desconocimiento del manejo agrícola desarrolladas en las CN impide la aplicación de modelos de desarrollo apropiados que incorporen adecuadamente aspectos culturales como ecológicos (SATURNO y ZENT, 2016). Por tanto, las CN son pieza fundamental en la conservación y el dominio legal de sus tierras, sin embargo, requieren de capacitación y herramientas técnicas para potenciar el manejo y aprovechamiento sustentable y rentable de sus recursos (ÁLVAREZ y SHANY, 2012).

La parcela agrícola en CN posee variedad de especies alimentarias de ciclos diferentes; inicialmente se instala maíz y plátano, después yuca, menestras, cítricos, cacao, guaba, uvillas, palmito, sapallo, zapote, entre otros; son instaladas en bosques primarios o secundarios muy fértiles y es aprovechado por largos periodos. Después de las primeras cosechas, se

resiembrando tubérculos (camote, yuca y otros), luego se incorporan plátanos, palmeras y frutales. Después de un largo periodo de cosecha se transforma en purma, aquí se desarrollan especies de rápido crecimiento, útiles y de rápido crecimiento, que pueden conformar un área de bosque, muy diverso con especies maderables, alimenticios y medicinales (GUTIÉRREZ *et al.*, 2016).

Las comunidades amazónicas conocen el manejo adecuado y racional que deben aplicar a sobre sus recursos, de las diversas especies arbóreas maderables y especies para otros usos (ALEGRE *et al.*, 2004), sus técnicas tradicionales se enmarcan en una agricultura agroecológica que incorpora conceptos de sostenibilidad, además de los conceptos que se aplican en una agricultura convencional, de alto rendimiento (GUTIÉRREZ *et al.*, 2008). Por lo que, merece atención el tipo de manejo que las comunidades desarrollan en armonía con su entorno, como los frutales mixtos y la rotación de cultivos, considerado como labranza conservacionista, técnica de producción distinta al método convencional, opción de manejo saludable que conservan la fertilidad superficial, mejoran la estabilidad estructural e incrementan la retención de agua (NAVARRO *et al.*, 2012).

#### **a). Frutales mixtos**

Ocupan un papel importante en las áreas de cultivo en las CN, ofrecen múltiples beneficios, generan sombra a las aldeas, son fuente de alimentos, antioxidantes, vitaminas, minerales y fibras naturales, estos forman parte de la dieta y mantienen la salud en condiciones adecuadas (PINO, 2008). Las frutas en las comunidades ofrecen múltiples beneficios para la alimentación

y mantienen al cuerpo fuerte y resistente frente a diversas enfermedades. En las comunidades los casos de contraer enfermedades como resfriados, catarrros o gripes es baja en época de cosecha de frutas. Cualquier miembro de la comunidad que sufra alguna afección tiene un enorme surtido de plantas, frutas, hojas y cortezas y aceites con el que se puede tratar (FAO, 2012).

GONZALEZ (2014) y FAO (2012), indican que las especies de frutas que se pueden encontrar en las comunidades amazónicas son: guanabana (*Annona muricata*), anona (*Rollinia mucosa*), chambira (*Astrocaryum chambira*), pijuayo (*Bactris gasipaes*), almendro (*Caryocar sp*), huasaí (*Euterpe oleracea*), huito (*Genipa americana*), aguaje (*Mauritia flexuosa*), granadilla (*Passiflora edulis*), tumbo (*Passiflora cuadrangulares*), palta (*Persea americana*), caimito (*Pouteria caimito*), lúcuma (*Pouteria lúcuma*), guayaba (*Psidium guajava*), macambo (*Theobroma bicolor*), Cacao (*Theobroma cacao* L), camu camu (*Myrciaria dubia*), piña (*Ananas comosus*), cocona (*Solanum sessiliflorum*), casho (*Anacardium occidentale*), el umarí (*Poraqueiba serícea*), entre otras especies.

También DIAZ (2015) en las comunidades de Punchana, región loreto encontró que las principales especies cultivadas cotidianamente son: la yuca 87 %, plátano 83, maíz 53, arroz 27 %; las frutas como la piña 25, caimito 8, guaba 10, caña de azúcar 10, el pijuayo 13 %, también encontró a cultivos dispersos y de poca área al frejol, ají dulce, tomate, zapallo, pepino, marañón, sachapapa, maní, etc.

### **b). Rotación de cultivos**

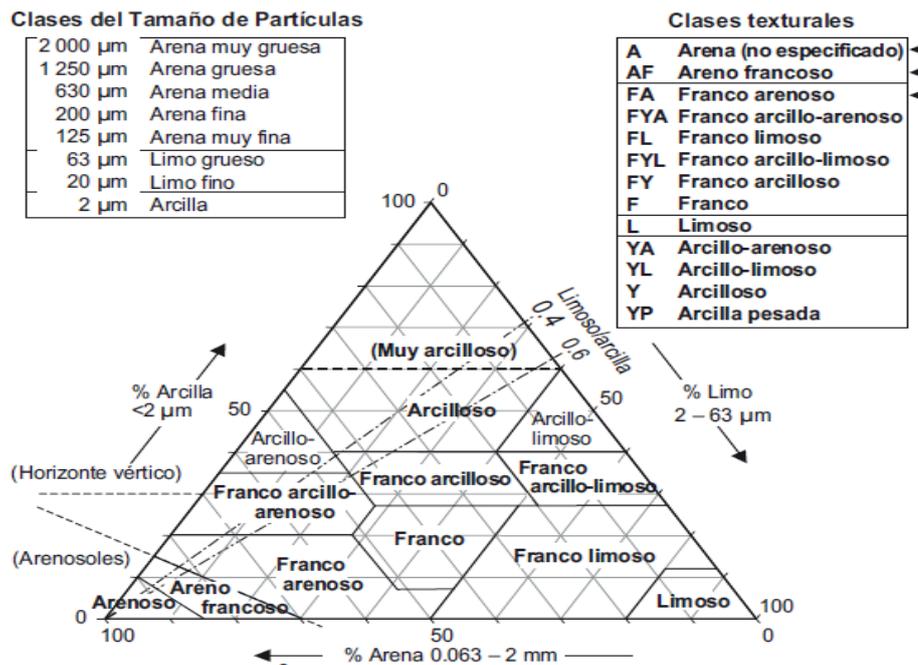
La rotación consiste en la alternancia de cultivos en un mismo espacio, generalmente intercalando gramíneas y legumbres, en el largo plazo traen múltiples beneficios al mejorar integralmente al agroecosistema, con beneficios positivos a los principales indicadores de calidad del suelo; la alternancia de cultivos favorece significativamente al ciclo de los nutrientes y a una adecuada distribución e incorporación en el perfil, esto se traduce en efectos positivos en la estructura y biodisponibilidad de los nutrientes (GUTIÉRREZ *et al.*, 2015).

La rotación de cultivos está dentro de la agricultura desarrollada por las comunidades, como gramínea principal el maíz (*Zea mays* L.) es rotada con una legumbre una menestra (*Phaseolus vulgaris* L.) y en terrenos más secos no inundables el maíz generalmente se intercala con yuca (*Manihot esculenta*) (SATURNO y ZENT, 2016). Sin duda, los tres cultivos son importantes en la dieta básica de las comunidades nativas amazónicas; además, la rotación coincide con un sistema que maneja adecuadamente los residuos y son excelentes promotores de conservación de la calidad del suelo, en comparación con la labranza convencional (VERHULST *et al.*, 2015).

## **2.5 Indicadores físicos y químicos del suelo**

**a). Textura.-** representa la proporción de arena, limo y arcilla, fracciones minerales de diferentes dimensiones. Se trata de una propiedad que interviene en la fertilidad a través de la retención del agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica dentro del perfil del suelo (FAO, 2020). Las

dimensiones de partícula tienen una nomenclatura estándar fijada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos-USDA, como un mecanismo para clasificar la textura en diferentes clases, siguiendo los lineamientos de la guía para la descripción de suelos 4° edición (FAO, 2009).

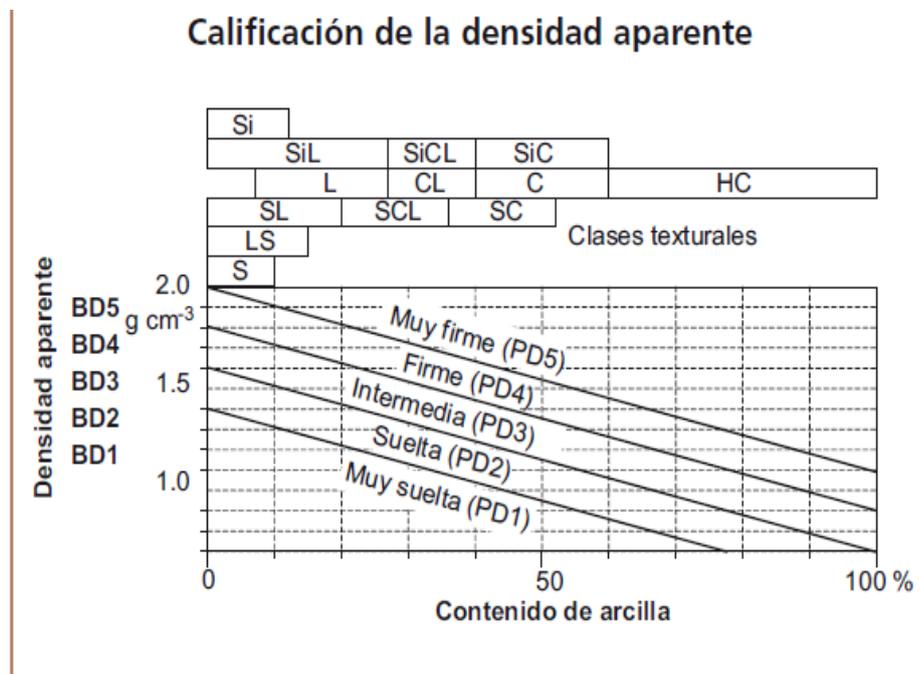


Fuente: FAO (2009)

Figura 02. Triángulo para determinar la clase textural

**b). Densidad del Suelo.-** expresa el nivel de compactación y la pérdida de material orgánico en el perfil y permite obtener la porosidad total del suelo, expresa el peso por volumen, tenemos la densidad real y aparente. La  $D_r$ , de las partículas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyentes del suelo, está alrededor de 2.65. Una  $D_a$  alta indica un suelo compacto o tener elevado de partículas granulares como la arena. Una  $D_a$  baja no siempre indica un ambiente adecuado para el crecimiento de las plantas (FAO, 2020).

La Da es la masa por unidad de volumen de suelo seco (105 °C). Este volumen, incluye sólidos y espacio aéreo, y refleja la porosidad total del suelo. Valores de Da bajos (menores a 1.3 kg m<sup>-3</sup>) indican regularmente una condición porosa del suelo. La Da es un indicador que determina en gran medida la calidad física del suelo por su relación con la aireación y retención de humedad (FAO, 2009)



BD1 0.9-1.2, BD2 1.2 -1.4, BD3 1.4-1.6, BD4 1.6-1.8, BD5 >1.8 kg/m<sup>3</sup>

Fuente: FAO (2009)

Figura 03. Clasificación de la densidad aparente

La densidad aparente con valores altos indica un ambiente poco favorable para el desarrollo radicular, aireación reducida, y condiciones hidrológicas adversas, como la reducción de la infiltración (FAO, 2009). Además,

normalmente la densidad aumenta con la profundidad (FIDALSKI, 2015), y existe una interacción con la incorporación de residuos vegetales sobre la superficie, que pueden producir cambios en la Da en la superficie producto del manejo y preparación del suelo aplicado (FIDALSKI, 2015; Da SILVA *et al.*, 2015).

Cuadro 01. Interacción textura, densidad aparente (Da) y crecimiento radicular

Textura	Ideal (g cm <sup>-3</sup> ) Da	Aceptable (g cm <sup>-3</sup> )	Puede afectar el crecimiento radicular (g cm <sup>-3</sup> )	Restringe crecimiento radicular (g. cm <sup>-3</sup> ) Da
Ar, Ar - fr	< 1.6	1.6 ≤ Da < 1.69	1.69 ≤ Da < 1.80	> 1.80
Fr - ar, Fr	< 1.4	1.4 ≤ Da < 1.63	1.63 ≤ Da < 1.80	> 1.80
Fr – arc -ar, Fr -arc	< 1.4	1.4 ≤ Da < 1.60	1.60 ≤ Da < 1.75	> 1.70
Li	< 1.3	1.3 ≤ Da < 1.60	1.60 ≤ Da < 1.75	> 1.75
Fr - li, fr – ar - li	< 1.4	1.4 ≤ Da < 1.55	1.55 ≤ Da < 1.65	> 1.65
Arc - ar, Arc - li	< 1.1	1.1 ≤ Da < 1.39	1.39 ≤ Da < 1.58	> 1.58
Arc (> 45 %)	< 1.1	1.1 ≤ Da < 1.39	1.39 ≤ Da < 1.47	> 1.47

**Fuente:** SAGARPA (2012)

**c). Resistencia a la penetrabilidad.** – el endurecimiento de la capa superficial es un problema que requiere la aplicación de labores de elevado gasto de energía y recursos. La degradación del suelo disminuye la calidad de sus propiedades y reduce el rendimiento en la producción.

La compactación se produce por aplicar carga sobre la superficie, como resultado de pisoteo de animales, personas y uso de maquinarias, induciendo modificaciones, elevando la resistencia a la penetrabilidad, Da y disminuye la porosidad (DEMUNER *et al.*, 2013).

Cuadro 02. Niveles de resistencia del suelo a la penetración.

Kg/cm <sup>2</sup>	Nivel de resistencia
< 1.0	Suelo muy suave
1.0 – 2.0	Suelo suave
2.0 – 3.0	Suelo duro
3.0 - 4.0	Suelo muy duro
> 4.0	Suelo extremadamente duro

**Fuente:** ICT (2004); citado por HOSOKAY (2012)

**d). Potencial de hidrógeno - pH.** – El potencial de hidrogeno, tiene efectos determinantes, su concentración en el suelo y determina la solubilidad de los minerales, ya que su biodisponibilidad depende de su capacidad de disolución en el suelo (SAGARPA, 2012).

El pH define el grado de adsorción de iones (H<sup>+</sup>) por las partículas del suelo y determina el nivel de acidez o alcalinidad; además, es indicador de la disponibilidad de nutrientes, influye en la solubilidad, movilidad, disponibilidad y de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (FAO, 2020a).

El pH alto se observa en suelos semi áridos, con escasas de precipitación y alta tasa de evapotranspiración, con poco lavado y hacen que las bases en sus diferentes formas químicas se acumulen en la superficie y eleven el pH (JAURIXJE *et al.*, 2013).

Cuadro 03. Niveles de pH del suelo

Categorías	pH
Fuertemente ácido	< 5
Medianamente ácido	5 - 6.5
Neutro	6.5 – 7.3
Medianamente alcalino	7.3 – 8.5
Fuertemente alcalino	≥ 8.5

**Fuente:** SAGARPA (2012)

**e). Materia orgánica.** - La MO contribuye mejorando la fertilidad del suelo, es reconocida en el manejo en las comunidades y define en gran medida su fertilidad y tiene influencia directa sobre indicadores, tanto físicos como químicos (SAGARPA, 2012). La MO persiste en distintos grados de descomposición y fracciones, como lábiles (carbohidratos, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos) o los componentes húmicos (fúlvicos, húmicos y huminas).

Las fracciones lábiles permanecen muy poco y las sustancias húmicas se encapsulan en el interior de agregados y son menos atacados por los microorganismos. El carbono orgánico mejora los indicadores físicos como la retención de humedad, formación de agregados, eleva la CIC y tiene capacidad de retener cationes y oligoelementos esenciales para las plantas (FAO, 2020a).

Cuadro 04. Niveles de materia orgánica

Clasificación	% MO
Muy bajo	MO < 0.5
Bajo	0.5 ≤ MO < 1.5
Medio	1.5 ≤ MO < 3.5
Alto	3.5 ≤ MO < 6.0

Fuente: SAGARPA (2012)

**f). Nitrógeno total.** – Nutriente de mayor trascendencia en la nutrición de los vegetales y en mayor constituyente de la naturaleza (FAO, 2020a). Pese a ello, su asimilación en forma inorgánica es compleja y complicada en especial para las plantas, en ocasiones los microorganismos ayudan en este proceso. El N es nutriente esencial, constituyente de proteínas, absorbidas por la raíz en forma catiónica de ion amonio  $\text{NH}_4^+$  o anión nitrato  $\text{NO}_3^-$  (FAO, 2020a; SAGARPA, 2012).

Cuadro 05. Rangos interpretativos para N total

Categorías	N (%)
Muy bajo	< 0.05
Bajo	0.05 – 0.1
Medio	0.1-0.15
Alto	0.15-0.25
Muy alto	≥ 0.25

Fuente: SAGARPA (2012)

**g). Fosforo.** – Elemento con función biológica conocida en las plantas, en el suelo se encuentra bajo la forma de ácidos fosfóricos o fosfatos, forma

parte de las estructuras y componentes energéticos de las plantas como las semillas. El fósforo es poco disponible para las plantas ya que en el suelo es muy reactivo y forma especies poco solubles, en particular en suelos ácidos (SAGARPA, 2012).

Clasificado como elemento esencial, pieza fundamental en el metabolismo de los organismos. Además, participa en varias rutas metabólicas; además, forma parte de la estructura de las moléculas esenciales de la célula; La MO contienen C, N, y en menor cantidad P y S, por lo que el suministro depende del proceso de meteorización de las rocas y el aporte de fertilizantes (TAPIA *et al.*, 2013).

La aplicación de sistemas conservacionistas en el que se incorporan restos vegetales y fuentes fosfatadas puede reducir significativamente los niveles de  $Al^{3+}$ . La reducción del  $Al^{3+}$  se produce por la precipitación al entrar en contacto con los fosfatos, adicionados al suelo con la fertilización orgánica y/o inorgánica; así lo demostró LOPEZ *et al.* (2006), con la rotación leguminosa-cereal encontró mayor reducción en la concentración de  $Al^{3+}$  en las capas superficiales en comparación a la fertilización inorgánica o convencional.

Cuadro 06. Rangos interpretativos para fósforo total

Categoría	P (ppm)
Bajo	$P < 5.5$
Medio	5.5-11
Alto	$\geq 11$

**Fuente:** SAGARPA (2012)

**h). Potasio.** – Elemento esencial requerido en grandes cantidades por las plantas, biodisponible en forma de ion  $K^+$ , su concentración en solución es función del potasio ubicado en la estructura laminar de las arcillas (SAGARPA, 2012). En promedio 1.9 % de la corteza terrestre se compone de este elemento y en el suelo está en el orden del 1.2 %; además, los suelos jóvenes tienen elevadas concentraciones de  $K^+$  y los suelos orgánicos son pobres en  $K^+$  ( $< 0.03$  %), por la baja presencia de arcillas (NAVARRO y NAVARRO, 2003)

El  $K^+$  es calificado como el más importante en la fisiología vegetal, por formar parte de los tejidos, por sus funciones como parte no constitutiva de las estructuras básicas esenciales, proteínas, lípidos y glúcidos, y por que su forma iónica neutraliza los ácidos orgánicos que resultan del metabolismo, manteniendo constante la concentración de hidrogeno en el citoplasma celular (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

Cuadro 07. Rango interpretativo para  $K^+$  intercambiable

Categoría	K ( $Cmol^{(+)} kg^{-1}$ )
Muy bajo	$< 0.2$
Bajo	0.2 - 0.3
Medio	0.3 - 0.6
Alto	$\geq 0.6$

**Fuente:** SAGARPA (2012)

**i). Calcio.** – Es el quinto elemento más abundante en la superficie, con concentración promedio aproximado 3.6 % y se origina principalmente por descomposición del material madre y minerales que componen el suelo; por ello,

su concentración puede presentar grandes variaciones en función del material de origen; los suelos clasificados como ácidos solo representa entre 0.1 y 0.2 %, mientras que los clasificados como alcalinos pueden alcanzar hasta 25 %. Suelos altamente meteorizados, antiguos y fuertemente lavados presentan mínimas cantidades de  $\text{Ca}^{2+}$ . (HAVLIN *et al.*, 1999), o están presentes en especies químicas de baja solubilidad (SAGARPA, 2012).

Cuadro 08. Rangos interpretativos para Ca intercambiable

Categorías	Ca (Cmol <sup>(+)</sup> kg <sup>-1</sup> )
Muy bajo	<2
Bajo	2- 5
Medio	5- 10
Alto	≥ 10

**Fuente:** SAGARPA (2012)

El  $\text{Ca}^{2+}$  es un elemento que forma parte constituyente de las estructuras celulares como la pared y membranas celulares, por ello es importante su presencia en la síntesis de nuevas células. Además, es un catión de reacción básica mas abundante en los vegetales después del  $\text{K}^+$  que se diferencia por su baja capacidad de transporte dentro de las plantas, pues una vez fijada en los tejidos vegetales será muy difícil removerlo, razón por el cual, los tejidos prematuros son primeros en manifestar los efectos por deficiencias de este nutriente (NAVARRO y NAVARRO, 2003). Además, determinan la biodisponibilidad del Ca, pH, CIC, el porcentaje de saturación de  $\text{Ca}^{2+}$  y la relación sinérgica que existe en relación con otros cationes de la solución suelo (SADEGHIAN, 2012; NAVARRO y NAVARRO, 2003).

**j). Magnesio.** – Es considerado un elemento esencial y ocupa el octavo lugar entre los elementos más comunes en la corteza terrestre con una concentración aproximada de 2.1 %, las formas comunes encontradas en el suelo: constituyentes de minerales, como ion en el complejo de intercambio y en la disolución (SADEGHIAN, 2012).

Los niveles de  $Mg^{2+}$  en la solución del suelo varían en función del material de origen, tipo de minerales, clase textural, concentración de los demás cationes, niveles de acidez, la pluviometría y la extracción por las plantas y los aportes vía aplicación de enmiendas calcáreas. Por tanto, las deficiencias del catión se producen en condiciones de suelos ácidos, alta proporción de arena, altamente lavados y con baja CIC (HAVLIN *et al.*, 1999).

Cuadro 09. Rangos interpretativos para Mg intercambiable

Categoría	Mg (Cmol <sup>(+)</sup> kg <sup>-1</sup> )
Muy bajo	<0.5
Bajo	0.5- 1.3
Medio	1.3- 3
Alto	≥ 3

**Fuente:** SAGARPA (2012)

**k). Capacidad de intercambio catiónico.** - La CIC mide el número de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales tipo filosilicatos y MO del suelo y representa la cantidad de cationes que las superficies de los coloides pueden retener (Ca, Mg, Na, K,  $NH_4$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ , etc.). Estos son

intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces (FAO, 2020a).

El nivel de CIC indica buena capacidad del suelo a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con baja CIC indica pobre capacidad de retener nutrientes (suelos arenosos o con baja MO). Por lo que, dependen tanto las partículas de arcilla como las moléculas orgánicas que presentan cargas negativas sobre su superficie, así los cationes se atraen a estas partículas (SAGARPA, 2012).

Cuadro 10. Rangos interpretativos para CIC

Clase	CIC (Cmol <sup>(+)</sup> kg <sup>-1</sup> )
Muy alto	≥40
Alto	25-40
Medio	15-25
Bajo	5-15
Muy bajo	<5

**Fuente:** SAGARPA (2012)

#### 4.4 Antecedentes

NAVARRO *et al.* (2019) evaluó “el efecto de sistemas de manejo sobre atributos físicos y materia orgánica (MO) de dos oxisoles y la producción de caña de azúcar en el municipio de Jaboticabal, en São Paulo, Brasil”. Las diferencias en MO, IEA, RP, PT, Ma y Mi no fueron significativas entre los sistemas de manejo, en estratos de 0.00 a 0.10 y 0.10 a 0.20 m, además se

observaron diferencias en el DMP de Rh de 0.00 a 0.10 m y en Aa de 0.10 a 0.20 m y en la DS el estrato de 0.10 a 0.20 m del Aa, demostró que el uso del suelo altera algunas propiedades físicas, mas no afecta la productividad, ni el azúcar total recuperable.

BEDOYA *et al.* (2017) en una revisión sobre agricultura insostenible y la crisis del barbecho en agricultores del valle de los ríos Apurímac y Ene VRAE. Esta revisión trata sobre los agricultores de este valle y muestra que el incremento de purmas o bosques secundarios es producto de la sobreutilización de las tierras en donde se cultiva la hoja de coca, al uso exagerado de agroquímicos (herbicidas, plaguicidas y fertilizantes) en el proceso de producción y en el sistema de manejo convencional que se aplican en el cultivo de cacao y otros cultivos locales transitorios. La alta correlación entre el tamaño del predio y el área en «purmas» es un fiel reflejo de la crisis del barbecho en el VRAE. La indicada crisis, sin embargo, no es más que un resultado de la insostenibilidad de este sistema agrícola. Los factores más importantes de dicha crisis son, por un lado, una intensificación en el cultivo de la coca que degrada el suelo, y por otro, un uso extensivo del suelo sin un cambio.

GUTIÉRREZ *et al.* (2016) en “Sistema indígena diversificado de cultivos y desarrollo local en la amazonia ecuatoriana” Analizó el manejo agrobiodiverso Kichwa amazónico con énfasis en las principales especies de rápido crecimiento con potencial de valor agregado y que están vinculadas a los cultivos diversificados, ingresos y cuantificación económica de las técnicas de aprovechamiento biodiverso, como criterios para establecer alternativas de

desarrollo local sostenible para comunidades rurales en el sector central sub andino colonizado. Se analiza la subvaloración del aporte del sistema, pues su cuantificación no supera el 15 % del total de los ingresos familiares y las comunidades establecen un 67 % de dependencia por los recursos de la zona y de productos agropecuarios para la seguridad alimentaria. Propone construir un diálogo participativo, un marco jurídico y una ética de respeto a los derechos colectivos, que permitan mantener nexos entre la universidad, las comunidades y otras entidades, para investigar, replicar y compartir beneficios, información y transferencia de conocimientos y tecnologías.

VALLADOLID (2015) en “Cosmovisión andino-amazónica. conocimientos tradicionales y cambio climático en el Perú” con el objetivo de analizar la cosmovisión andino-amazónica en el Perú. Señala que no se está dando la atención e importancia a los saberes de los pueblos andinos y amazónicos, que incorporan conocimientos milenarios y han desarrollado conocimientos y técnicas de crianza de una gran diversidad y variabilidad agrobiológica, que han permitido tener seguridad alimentaria. El hecho de instalar diversas especies y variedades de plantas en cada chacra hace que en esta mezcla se encuentren variedades resistentes a excesos de lluvia y otras a deficiencia de agua, de tal manera que con esta sabiduría se tenía suficiente comida a pesar de las sequías o exceso de lluvia, pues las variedades resistentes a tales fenómenos producían lo suficiente para vivir con bienestar cultural.

MAGNUSSEN (2015) en “Los efectos del cambio climático en las prácticas agrícolas tradicionales en la Amazonía peruana. Con el objetivo de describir la percepción sobre la tala y quema en la apertura de chacra de los Cacataibo situado en la provincia de Puerto Inca, departamento en la región de Huánuco y los potenciales efectos del cambio en las practicas relacionados a la agricultura local. Con esta investigación trato de responder a las siguientes preguntas: ¿Cómo se han sentido los efectos del cambio climático en la comunidad y cuáles son sus consecuencias? ¿Como reflexiona la comunidad acerca de estos cambios? ¿Como puede la antropología en colaboración con otras diciplinas proponer medidas concretas de adaptación a estos cambios? Concluye, que la percepción sobre la quema es que no hay otra forma de abrir una chacra que a través de la quema y es una forma de sobrevivir para ellos el quemar la chacra, ya que viven de lo que produce la tierra y la quema es indispensable para una buena producción.

ORANTES *et al.* (2013), en “Aprovechamiento del recurso maderable tropical nativo en la comunidad de Emilio Rabasa, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México” determino el aprovechamiento de las especies maderables por parte de la comunidad. Identifico a 35 especies maderables nativas, incluidas en 31 géneros y 24 familias; las principales especies maderables multipropósito fueron el bojón (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken), el palo amarillo (*Terminalia obovata* (R. & P.) Steud) la caoba (*Swietenia macrophylla* G. King), el jolocín (*Heliocarpus donnell-smithii* Rose), el cedro (*Cedrela odorata* M. Roem. King) y el copalchi (*Croton guatemalensis* Lotsy). Las principales aplicaciones que la comunidad le da a estas especies maderables:

38 % producción de leña y listones para cercado, 17 % para fabricación de herramientas de trabajo y 16 % para fabricación de muebles, construcción y reparación de casas. Concluyen que el aprovechamiento del recurso forestal maderable nativo por parte de la comunidad sigue siendo vigente para necesidades básicas de la vida diaria, y que hay un conjunto de especies preferidas.

ÁLVAREZ y SHANY (2012) en “Una experiencia de gestión participativa de la biodiversidad con comunidades amazónicas”. Analizan los principales logros en áreas donde se desarrollaron proyectos (Tahuayo, Yanayacu del Amazonas y Nanay). Las líneas maestras de este enfoque fueron: conservación productiva, manejo adaptativo y enfoque ecosistémico, uso y valorización del bosque natural, participación de todos los actores, desarrollo de cadenas productivas completas y gestión adaptativa. Evaluaron los procesos de degradación de los recursos y el ecosistema, la reducción gradual de la tala de especies forestales, la pesca y caza ilegal y la extracción destructiva de algunos recursos; se evidencian mejoras en algunos indicadores económicos de las poblaciones locales involucradas, gracias a la comercialización de productos con valor agregado y la recuperación de la pesca, la fauna silvestre y otros recursos.

CHARVET (2012) en “Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional” presenta un análisis costo beneficio comparativo entre un cultivo agrícola de brócoli bajo un sistema convencional y orgánico. El análisis tiene tres componentes, financiero, social y ambiental. Los resultados mostraron que el cultivo de brócoli orgánico resulta más beneficioso, ya que financieramente es autosustentable y genera excedentes para el productor,

adicionalmente impacta positivamente en el aspecto social, y ambientalmente genera menores impactos que la agricultura convencional promoviendo la sostenibilidad a largo de plazo de los recursos naturales al presentar menores externalidades negativas.

SADEGHIAN (2012) evaluó el efecto de las variaciones de Ca, Mg y K en la fase intercambiable y en la solución del suelo sobre la nutrición y el crecimiento de café variedad Caturra. Encontró una estrecha relación entre la actividad de Mg y K y su contenido intercambiable, tendencia que no se halló para el Ca, como consecuencia de la menor solubilidad de la fuente empleada. La actividad de los tres elementos se reflejó en la concentración en la planta, en tanto que la fase intercambiable sólo fue buen indicador para Mg y K. En ninguna de las tres unidades de suelos, los cambios en las relaciones Ca/Mg, Ca / K, Mg / K y  $(Ca + Mg) / K$  en la fase intercambiable lograron explicar las variaciones del peso seco total de las plantas. Concluye que las variaciones de las concentraciones de Ca, Mg y K en las plantas pudieron ser explicadas por sus relaciones, sin que esto indicara necesariamente condiciones de competencia

PEÑA (2010) en “Las Comunidades Campesinas y Nativas en la Constitución Política del Perú: Un Análisis exegético del Artículo 89º de la Constitución” con el objetivo de analizar el artículo 89 de la Constitución Política del Estado Peruano, norma principal que aborda el tema de las Comunidades Campesinas y las CN. El autor desarrolla diversas cuestiones esenciales como definir el concepto de comunidad campesina y el de comunidad nativa, su autonomía, su derecho a la propiedad, así como un tema muy relevante para

ellas como su identidad cultural. Destaca que, frente a la ineficiencia o inoperancia de las autoridades del Estado, los comuneros han preferido vivir aparte, alejados de las acciones de los gobiernos de turno y amparados en la Constitución que reconoce a las CN una amplia autonomía en el trabajo comunal y en el usufructo y libre disposición de sus tierras.

LUCA *et al.*, (2008) en “Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial”. El propósito del estudio fue comparar los contenidos de C y N y la estabilidad de los agregados y la densidad del suelo en el manejo con quema (Cq) y sin quemar (Sq) de la paja. Se estudió un solo arcilloso (Red Latosol = LVdf) y dos suelos arenosos (RedAlisol Yellow = PVAd y Quartzarenic Latosol = RQo) enviados a Cq y Sq. La tasa de secuestro de C en la cubierta + compartimento del suelo (0–20 cm) fue 2,63 y 2,02 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en LVdf y RQo, respectivamente. También hubo un aumento en el contenido de macro agregados en Sq en comparación con los suelos Cq: 814 y 693 g kg<sup>-1</sup> en LVdf y 516 y 420 g kg<sup>-1</sup> en RQo. Hubo compactación superficial en PVAd y RQo debido al uso de cosechadora de tierra Sq. Concluye, el manejo sin quema de la caña de azúcar resultó en mejoras en las propiedades del suelo y promovió Secuestro de C y N en la cubierta del suelo y las capas superficiales.

PINO (2008) en “Diversidad agrícola de especies de frutales en el agroecosistema campesino de la comunidad las caobas, gibara, Holguín” realizó el estudio de la diversidad en el cultivo de árboles frutales, como una necesidad planteada por las mujeres de la comunidad y por la importancia de estos cultivos

como atenuadores de las altas temperaturas, como plantas medicinales y usos culinarios. Los resultados mostraron tres familias como las de mayor representatividad y adaptación a las condiciones edafoclimáticas imperantes en la comunidad, ellas fueron: Rutaceae (cuatro especies), Annonaceae (tres especies) y Anacardiaceae (tres especies). Los índices ecológicos de Margalef (Dmg), Simpson ( $\lambda$ ) e inverso de Simpson ( $1-\lambda$ ) demostraron la riqueza, abundancia y equidad respectivamente de las especies frutales presentes tanto en fincas como en la comunidad en general.

SHAPIAMA (2008) en “Evaluación de sistemas agroecológicos desarrollados en la localidad de Saramiriza” con el objetivo de evaluar los sistemas agroecológicos desarrollados en la localidad de Saramiriza con el fin de determinar su factibilidad y poder ser replicados en otras comunidades de extrema pobreza. Concluye, que el proyecto mejoró los rendimientos de cultivos sustancialmente, como en el cultivo de maíz la producción se incrementó en 113 %. Los rendimientos de cultivo de arroz se incrementaron en un 30 % y de igual forma las hortalizas.

LÓPEZ *et al.* (2006) en “Dinámica del fósforo y reducción del aluminio intercambiable en un ultisol sometido a manejo conservacionista en un suelo ácido Typic haplustults de muy baja capacidad productiva agrícola”, Evaluó el efecto de prácticas conservacionistas, tales como labranza mínima, cultivares tolerantes a la acidez, rotación de cultivo, y fertilización combinada, sobre la dinámica del P disponible y la sustentabilidad de un sistema de rotación cereal-leguminosa. Tras 2 años de manejo conservacionista incrementó la

disponibilidad del P y disminución en  $Al^{+3}$ . El P fue mayor donde se aplicó restos de cosecha de sorgo, y *Crotalaria* con cualquier fuente de P. El  $Al^{+3}$  disminuyó en el subsuelo ( $< 0,7 \text{ cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

El trabajo se desarrolló en la jurisdicción de la comunidad de Chambira en el valle del Ponaza (Figura 04), ubicada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cordillera Azul, pertenece políticamente al distrito de Shamboyacu, provincia Picota, región San Martín.

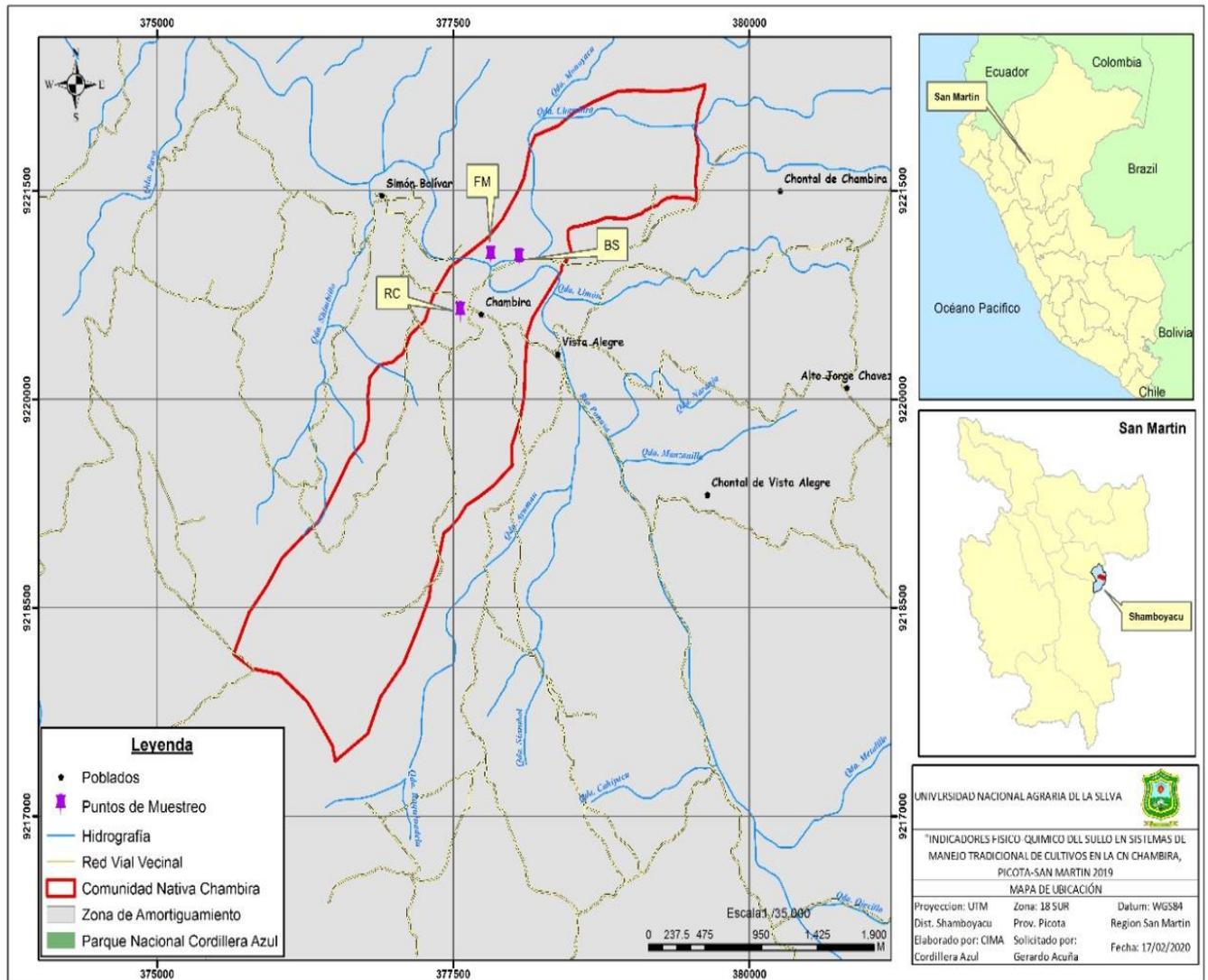


Figura 04. Mapa de ubicación de la comunidad de Chambira

### **3.1.1 Clima**

Las condiciones climáticas generales corresponden a un clima subtropical, diferenciando dos regímenes: una seca (junio a setiembre) y otra lluviosa (octubre a mayo); la temperatura varía entre 23 °C y 27 °C y la precipitación media anual es de 1 500 mm y una altitud que varía entre 500 a 1100 msnm (ALTEZ *et al.*, 2017). Además, el área se ubica entre la ecorregión Omagua o selva baja y Rupa Rupa o selva alta (PULGAR, 2014).

### **3.1.2 Hidrografía**

La comunidad tiene como fuente principal a la quebrada Chambira, con tributarios importantes como la quebrada Mojarillo, Renayacu y pomayacu; el Chambira más abajo se une al río Ponaza

### **3.1.3 Suelos**

La Ordenanza Municipal- OM 001 (2019). Señala que los suelos ubicados en las llanuras fluviales recientes son estratificados de reacción neutra y de fertilidad natural media y los suelos ubicados en la llanura fluvial subreciente, son de buen desarrollo genético, con alta saturación de base y de fertilidad natural media. Las tierras de aptitud forestal se encuentran en las áreas de ladera de montañas moderadamente empinadas a empinadas, las cuales presentan limitaciones edáficas y topográficas severas, de fertilidad natural de media a baja y con pendiente predominantemente fuertes

## **3.2 Materiales y equipos**

### **3.2.1 Materiales de campo**

Bolsas plásticas, etiquetas de papel, Marcador, tubo de muestreo, pala recta y botas de jebe.

### **3.2.2 Materiales de laboratorio**

Probeta de 100 ml, embudos, tubos de ensayo, pipetas, tamiz de 3 y 0.25 mm de diámetro, papel filtro, reactivos y matraces de 250.

### **3.2.3 Equipos de campo**

Cámara fotográfica, GPS marca Etrex.

### **3.2.4 Equipos de laboratorio**

Balanza gramera, estufa, pH metro, conductímetro, Espectro Fotómetro de Absorción Atómica (EAA) y Espectro fotómetro UV-VIS.

## **3.3 Metodología**

### **3.3.1 Tipo y nivel de investigación**

Tipo aplicada, porque se recurrió a conocimientos establecidos en las ciencias agrícolas para solucionar el problema de la calidad de suelos de la comunidad nativa de Chambira. Correspondió a un nivel de investigación descriptiva comparativa porque se evaluará la calidad física y química de los suelos entre los diferentes manejos tradicionales desarrolladas por la comunidad.

### **3.3.2 Diseño de la investigación**

Correspondió a una investigación no experimental correlacional, con ajuste estadístico de diseño completamente aleatorizado (DCA), donde los tratamientos lo constituyeron los diferentes tipos de manejo tradicional (frutal mixto, rotación de cultivos y bosque secundario) en la comunidad. Se utilizó la prueba Duncan con un nivel de significancia del 5% para la comparación de medias para los indicadores físicos y químicos del suelo en los diferentes manejos tradicionales. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software libre IBM-SPSS 25, los datos se analizaron estadísticamente y presentadas en tablas y gráficos.

### **3.3.3 Selección de áreas con manejos tradicionales**

La investigación identificó los diferentes manejos tradicionales aplicado a sus cultivos en la comunidad de Chambira en el valle del Ponaza provincia de Picota. Se destacó el manejo de frutales mixtos, rotación de cultivos y el bosque secundario como referencia, se realizó una descripción de las labores culturales y técnicas aplicadas en el desarrollo de sus unidades de producción y se realizó los análisis físicos y químicos correspondientes en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva; se analizó 6 muestras de cada manejo tradicional identificado en esta comunidad. Los manejos identificados se describen:

#### **a) Bosque secundario**

Corresponde a un bosque secundario, ubicada en las coordenadas UTM 378057 E y 9221012 N, en el que en décadas pasadas se ha extraído selectivamente especies de alto valor comercial y que en la actualidad la comunidad protege; el área actualmente presenta especies como: moena (*Aniba amazónica* Meiz), pashaco blanco (*Macrolobium acaciaefolium* Benth), shimbillo (*Inga ruiziana* G. Don), oje (*Ficus insípida* Willd.), capirona (*Calycophyllum Spruceanum* (Bent.) Hook), palo lápiz (*Polyscias murrayi* F. Muel), ana caspi (*Apuleia procox* C. Martius), uña de gato (*Uncaria guianensis* (Aubel) J.F.Gmel) bellaco caspi (*Himatanthus sucuuba* Woods), tornillo (*Cedrelinga cateniformis* D. Ducke) Atadijo (*Trema micrantha* Roemex & Schult. Blume) cachimbo (*Cariniana periformis* Miers) setico (*Cecropia membranacea* Trécul), topa (*Ochroma pyramidale* Cav. Ex. Lamb) algunas palmeras como la yarina (*Phytelephas macrocarpa* Ruiz et Pav), el huasai (*Euterpe oleracea* Mart.) entre otras especies.



Figura 05. Bosque secundario

### b) Frutal mixto

El área está ubicada en las coordenadas UTM 377818 E y 9221028 N, con una combinación de especies frutales de alto valor alimenticio para la comunidad de chambira, las principales especies encontradas son: Caimito (*Pouteria caimito* L.), Guaba (*Inga edulis* Mart.), Sapote (*Matisia cordata*), pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K), guayaba (*Psidium guajaba* L.), taperiba (*Spondias dulcis* G. Forts), huito (*Genipa americana* L), guanábana (*Annona muricata* L.), coco (*Cocos nucifera* L.), Naranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), limón rugoso (*Citrus limon* L. Burm) y ciruelo (*Prunus domestica* L.). En esta área, la combinación de estas especies garantiza la seguridad alimenticia durante todo el año, ya que cada una presenta un ciclo vegetativo diferente.



Figura 06. Área de frutal mixto

### c) Rotación de cultivos

El área está ubicada en las coordenadas UTM 377562 E y 9220627 N, produce cultivos anuales en forma rotativa.



Figura 07. Área de rotación de cultivos

Cuadro 11. Rotación anual de cultivos

Cultivo	Manejo del área					
	año					
	2016			2017		
Ene-mar	Abr-jul	Ago-dic	Ene-mar	Abr-jul	Ago-dic	
Frejol poroto		x			x	
Frejol chiclayo		x			x	
Yuca			x			x
Maíz						
barbecho	x			x		
	2018			2019		
Frejol poroto		x			x	
Frejol chiclayo		x			x	
Yuca			x			
Maíz						x
barbecho	x			x		

Las especies usadas son el frejol poroto (*Phaseolus vulgaris* L.), chichayo (*Vigna Unguiculata* L.) y maíz (*Zea mays* L.). Los cultivos de frejoles son rotados por yuca (*Manihot esculenta* Crantz) interanual (Cuadro 11); no se aplican planes de fertilización ni uso de agroquímicos para ningún caso, hay un periodo de descanso corto entre enero a marzo todos los años.

#### **3.3.4 Muestreo de campo**

Se realizó entre los meses de noviembre y diciembre del 2019, siguiendo los lineamientos recomendados por la guía para el muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente-MINAM (2014) y los lineamientos de la guía para la descripción de suelos 4° edición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2009).

Identificada las áreas con manejo tradicional en la comunidad (Frutal mixto y rotación de cultivos) se seleccionó 2000 m<sup>2</sup> como subárea de muestreo, en ella se extrajeron 6 muestras de puntos aleatorios a 0, 20 m de profundidad para el análisis químico, las muestras se etiquetaron y enviaron al laboratorio. Sin embargo, para los indicadores físicos densidad aparente y resistencia a la penetrabilidad se evaluaron en estratos de 0.0-0.1 (DA10 y RP10), 0.1-0.2 (DA20 y RP20) y de 0.2 a 0.3 m (DA30 y RP30) de profundidad.

#### **3.3.5 Parámetros evaluados**

Los indicadores (Cuadro 12) físicos y químicos del suelo fueron analizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, siguiendo los protocolos descritos por BAZAN (2017). Considerando los

indicadores que expresan cambios en la fertilidad y en el potencial productivo de un agroecosistema, como el pH, la MO, N, P y los cationes cambiabiles.

Cuadro 12. Indicadores fisicoquímicos evaluados

Indicadores químicos	Método de su determinación
Textura	Bouyoucos
Densidad aparente	Probeta
Resistencia penetrabilidad	Penetrómetro de cono
pH	Electrométrico
Materia Orgánica	Walkley y Black
Nitrógeno	Materia orgánica
Fosforo disponible	Olsen modificado
Potasio intercambiable	Acetato de amonio
Calcio intercambiable	Acetato de amonio
Magnesio intercambiable	Acetato de amonio
Conductividad eléctrica	Conductímetro
Capacidad de intercambio catiónico	Indirecto

### 3.4 Análisis estadístico

El diseño utilizado es completamente aleatorizado DCA en donde los tratamientos lo constituyen los diferentes tipos de manejo tradicional, con tamaño de muestra  $n= 6$  (muestras por tipo de manejo). Los datos se sometieron a la prueba post-hoc de Duncan con un nivel de significancia del 5% para la comparación de medias para los indicadores físicos y químicos de los manejos tradicionales. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software libre IBM-

SPSS 25, los datos analizadas estadísticamente se presentaron en tablas y gráficas.

### **3.5 Variables**

#### **a) Independiente:**

- Tipo de manejo tradicional: Frutal mixto, rotación de cultivos y bosque secundario

#### **b) Dependiente**

- Indicadores físicos del suelo: Textura del suelo
- Indicadores químicos de los suelos: pH, MO, P, K<sub>2</sub>O, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, %BC y CIC

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Indicadores físicos

Los indicadores físicos evaluados son la textura, densidad aparente, resistencia a la penetrabilidad y porosidad total. El cuadro 13, muestra que las fracciones son similares en bosque secundario y frutal mixto excepto para rotación de cultivos que tiene mayores proporciones de arcilla, según el triángulo textural propuesto por la guía para la descripción de suelos 4° edición de la FAO (2009); los suelos son Franco arcillo arenoso para bosque secundario y frutal mixto y arcilloso para rotación de cultivos. La estadística descriptiva e inferencial general de las diferentes fracciones presentan diferencias significativas, es un resultado esperado ya que entre los manejos hay diferentes clases texturales.

La densidad aparente (DA), tiende a incrementar con la profundidad y no se aprecia diferencias significativas en los estratos superficiales, excepto el estrato de 0.2 a 0.3 m (DA30). La resistencia a la penetrabilidad (RP) también se incrementa con la profundidad y los manejos frutal mixto y rotación de cultivos presentan menores valores que el bosque secundario, encontrándose diferencias significativas en el estrato de 0.1 a 0.2 m (RP20).

Cuadro 13. Estadística descriptiva de los indicadores físicos

Indicadores	Tratamiento			Estadísticos	
	BS	FM	RC	F	Sig.
Arena	61.33±7.94b	62.33±8.33b	23.66±3.01a	61.76	< 0.001**
Limo	17.33±8.14a	14.16±5.31a	31.33±4.8b	12.78	0.001**
Arcilla	21.33±1.63a	23.33±4.13a	45±2,76b	113.5	< 0.001**
DA10	1.11±0.03	1.14±0.03	1.14±0.04	1.84	0.193
DA20	1.24±0.03	1.19±0.04	1.21±0.02	3.52	0.056
DA30	1.28±0.03ab	1.25±0.0a	1.31±0.03b	6.01	0.012*
RP10	1.99±0.21	1.9±0.1	1.84±0.22	0.93	0.416
RP20	2.49±0.08b	2.18±0.22a	1.93±0.32a	8.91	0.003**
RP30	2.72±0.12	2.8±0.52	2.34±0.44	2.34	0.131

\*\*BS bosque secundario, FM frutal mixto, RC rotación de cultivos, F valor de distribución, Sig significativo, \* significativo para  $p < 0.05$ , \*\* significativo para  $p < 0.01$ , abc letras diferentes expresan diferencias entre tratamientos

## 4.2 Indicadores químicos

El cuadro 14, muestra los resultados generales del análisis químico del suelo en los diferentes tipos de manejos evaluados. Si bien, presentan texturas diferentes, químicamente son suelos con características comunes, entre ellos el pH neutro, elevados niveles de materia orgánica, nitrógeno y calcio, y los niveles bajos en fósforo y potasio disponible, estos últimos obedecen más a factores de formación de complejos y formas precipitables del P y a la absorción por la planta del  $K^+$ .

El Cuadro 15, muestra la estadística descriptiva e inferencial de los diferentes indicadores químicos según el manejo; el frutal mixto y la rotación de cultivos presentan las medias más altas en todos los indicadores evaluados, en comparación con el bosque secundario, y presentan diferencias significativas en

todos los casos. La Figura 06, permite visualizar la tendencia de los principales indicadores de fertilidad, entre los manejos tradicionales y el bosque secundario, lo que demuestra que el manejo tradicional tiene un gran potencial para la conservación del suelo y de los agroecosistemas desarrollados en la comunidad de Chambira

Cuadro 14. Análisis general de Indicadores químicos

Manejo	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	K	Na	CIC	%BC
	1:1	%	%	Disponible	ppm	Cmol(+)/kg					
BS	7,39	4,59	,23	3,92	64,97	5,32	,89	,22	,22	6,65	100,00
	7,81	4,55	,23	3,11	68,22	4,17	,68	,23	,18	5,27	100,00
	7,42	4,58	,23	2,79	60,97	3,42	,58	,18	,13	4,31	100,00
	7,05	4,51	,23	2,39	51,98	3,32	,55	,16	,12	4,15	100,00
	7,65	5,56	,23	4,80	54,73	2,15	,32	,18	,17	2,81	100,00
	7,27	4,57	,23	2,55	53,23	4,10	,70	,19	,17	5,16	100,00
FM	6,68	5,85	,29	10,90	237,40	7,61	1,28	,65	,50	10,40	100,00
	7,26	5,78	,29	14,59	172,92	9,38	1,74	,62	,45	12,19	100,00
	6,36	5,73	,29	9,77	161,43	6,45	1,06	,55	,36	8,41	100,00
	6,59	5,79	,29	8,89	138,94	5,80	,92	,54	,42	7,67	100,00
	5,93	5,80	,29	7,69	100,46	4,95	,84	,34	,29	6,42	100,00
	6,91	5,79	,29	8,89	79,47	4,80	,76	,28	,25	6,09	100,00
RC	7,56	5,95	,30	4,16	80,46	5,35	,88	,28	,23	6,73	100,00
	7,77	5,87	,29	3,84	89,46	5,28	,85	,32	,22	6,67	100,00
	7,82	5,89	,29	3,92	119,70	6,35	1,16	,35	,27	8,13	100,00
	7,91	5,92	,30	5,92	91,96	5,58	1,06	,32	,30	7,26	100,00
	7,77	5,84	,29	4,24	90,46	4,12	,70	,29	,24	5,35	100,00
	7,66	5,80	,29	8,49	83,96	6,80	1,10	,29	,26	8,46	100,00

BS bosque secundario, FM frutal mixto, RC rotación de cultivos, CIC capacidad de intercambio de cationes, %BC porcentaje de bases cambiables

Cuadro 15. Estadística descriptiva de los diferentes indicadores químicos

Indicadores	Tratamiento			Estadísticos	
	BS	FM	RC	F	Sig.
PH 1:1	7.43±0.27b	6.62±0.46a	7.75±0.12b	20.51	< 0.01**
MO %	4.726±0.41a	5.79±0.04b	5.88±0.05b	43.02	< 0.01**
N %	0.23a	0.29b	0.29±0.01b	857	< 0.01**
P ppm	3.26±.93a	10.12±2.43b	5.09±1.83a	22.39	< 0.01**
K <sub>2</sub> O ppm	59.02±6.71a	148.44±56.3b	92.66±13.94a	10.78	0. 001**
Ca Cmol <sup>+</sup> /kg	3.75±1.06a	6.5±1.75b	5.58±0.93b	6.99	0. 007**
Mg Cmol <sup>+</sup> /kg	0.62±0.19a	1.1±0.36b	0.96±0.18b	5.51	0. 016*
K Cmol <sup>+</sup> /kg	0.19±0.03a	0.5±0.15c	0.31±0.03b	17.31	< 0.01**
Na Cmol <sup>+</sup> /kg	0.17±0.04a	0.38±0.09c	0.25±0.03b	18.09	< 0.01**
CIC	4.73±1.29a	8.53±2.37b	7.1±1.12b	7.78	0. 005**

BS bosque secundario, FM frutal mixto, RC rotación de cultivos, EEM error estándar de la media, Sig significativo, \*significativo para  $p < 0.05$ , \*\* significativo para  $p < 0,01$ , abc letras diferentes expresan diferencias entre tratamientos

La figura 06, muestra la tendencia de las medias, en todos los casos el manejo FM y la RC superan al bosque secundario

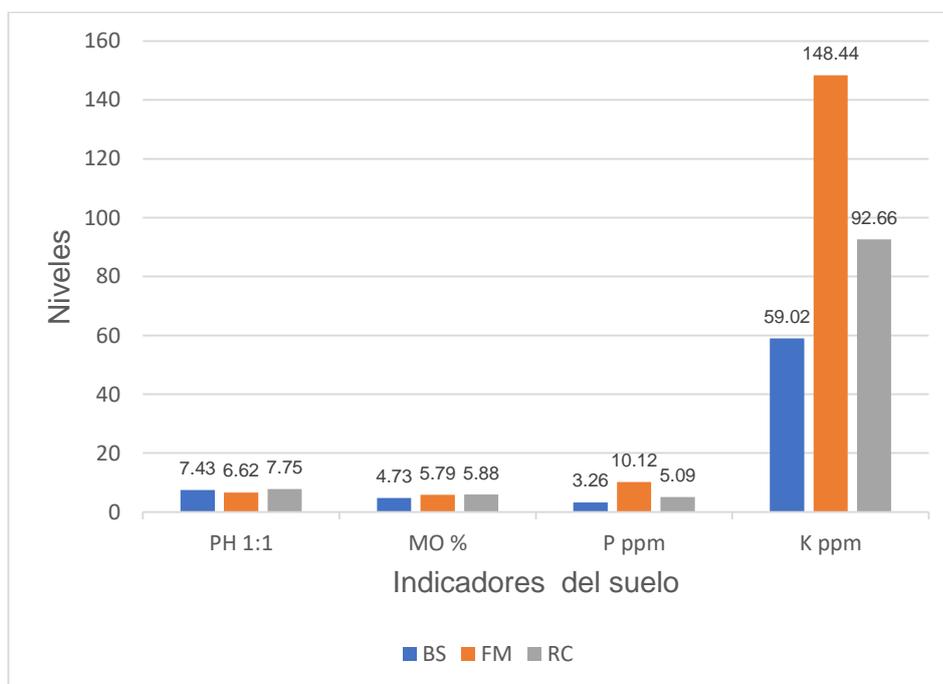


Figura 08. Tendencia de los principales indicadores químicos

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Indicadores físicos

Los indicadores físicos evaluado fue la textura, densidad aparente y la resistencia a la penetrabilidad, el Cuadro 13, muestra los valores de las fracciones en cada punto analizado y la clase textural a la que pertenece. Según la guía para la descripción de suelos 4<sup>o</sup> edición de la FAO, (2009) el manejo BS y FM tiene suelos Franco arcillo arenoso y arcilloso para RC, encontrando diferencias significativas (Cuadro 13) según el manejo en todas las fracciones. Según SAGARPA (2012) las texturas encontradas corresponden a suelos que permiten el desarrollo de la mayoría de cultivos. La textura fue medida porque según la FAO (2020) es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades.

La densidad aparente (DA), tiende a incrementar con la profundidad y no se aprecia diferencias significativas en los estratos superficiales, excepto el estrato de 0.2 a 0.3 m (DA30), que está más influenciado por el factor mineralógico del suelo (LUCA *et al.*, 2008). El resultado coincide con la afirmación de FIDALSKI (2015), los valores de la densidad aumentan con la profundidad y se relaciona con la presencia de residuos de coberturas vegetales

sobre la superficie, que pueden producir cambios en la DA, producto del manejo y preparación del suelo aplicado (FIDALSKI, 2015; Da SILVA *et al.*, 2015).

Los sistemas de manejo agroecológico (como el frutal mixto y la rotación de cultivos) regresan más residuos al suelo que disminuyen la densidad aparente e incrementan la porosidad total, indicadores que están relacionadas con la textura del suelo (VERHULST *et al.*, 2015). Además, los valores de densidad aparente altos indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida, y cambios indeseables en infiltración del agua (FAO, 2009). Los resultados corresponden a valores en general bajos (1.11 a 1.31) categorizados como BD1 a BD2, suelos con una condición porosa según la FAO (2009) y suelos con densidad ideal ( $DA < 1.4$  según la textura encontrada) para SAGARPA (2012)

La resistencia a la penetrabilidad (RP) también se incrementa con la profundidad, el manejo frutal mixto y rotación de cultivos presentan menores valores que el bosque secundario, encontrándose diferencias significativas en el estrato de 0.1 a 0.2 m (RP20). La rotación de cultivos presenta las medias generales más bajas; este resultado se explica porque el cultivo de frejol incorpora cantidades importante de MO y N (NAVARRO *et al.*, 2019) y la rotación con yuca que produce inversión del suelo al momento de su extracción, ha incorporado estos residuos orgánicos y removido el perfil a esta profundidad, generando un estrato más orgánico y reduciendo su resistencia a la penetrabilidad.

Resultados similares fueron encontrados por NAVARRO *et al.* (2019); FIDALSKI (2015) y SILVA Y FERNANDES (2014) no encontraron efecto significativo en la RP en los estratos superficiales en rotación de cultivos de soya, maíz, braquiaria y la producción de caña de azúcar. En nuestro caso y las referencias citadas, la compactación del suelo disminuyó, probablemente porque no se aplicó presión o carga a la superficie del mismo, que causa cambios en las propiedades físicas del suelo, aumentando la resistencia a la penetración y la densidad aparente (DEMUNER *et al.*, 2013). En general el FM y la RC han mostrado gran capacidad de mejorar la DA y la RP en todos los estratos, indicadores importantes que definen la calidad física del suelo

### **5.1 Indicadores químicos**

Los resultados del Cuadro 15, muestran las medias de los diferentes indicadores químicos según el manejo; encontrándose según SAGARPA (2012) un pH de neutro (FM) a ligeramente alcalino (BS y RC), alto en MO, alto en nitrógeno, bajo (BS) a medio (FM) en fósforo disponible, bajo (BS y RC) a medio (FM) en potasio disponible, bajo (BS) a medio (FM y RC) en calcio, bajo en magnesio, medio en  $K^+$  intercambiable y bajo en CIC. Además, Los resultados muestran que el manejo FM presenta las medias más altas en P, K disponible, calcio, magnesio, K intercambiable y CIC, y el manejo de RC presenta las medias más altas en pH y materia orgánica, valores superiores en comparación con el bosque secundario BS; demostrando, que el manejo de FM y RC son sistema de manejo tradicionales desarrollados en la comunidad de Chambira con un gran potencial para la conservación de los suelos y a que presentan diferencias significativas en comparación al BS.

Se encontró pH neutro (FM) y ligeramente alcalino (BS y RC), este es un indicador importante, según la FAO (2020a), determina la disponibilidad de nutrientes, solubilidad, movilidad y disponibilidad de otros constituyentes presentes en el suelo. Sin embargo, no es típico estos niveles de pH en el trópico peruano, generalmente son suelos ácidos ( $\text{pH} < 5,5$ ). Este resultado se explica considerando lo señalado por JAURIXJE *et al.* (2013), valores altos de pH se presentan en suelos con escasas de precipitación y alta tasa de evapotranspiración, hacen que exista poco lavado y las bases se acumulen en la superficie, generando valores altos de pH; pues la zona según ALTEZ *et al.* (2017) presenta un clima subtropical y tropical, con precipitación pluvial media anual de 1 500 mm. Además, las medias de pH muestran que la RC y el FM superan la BS, esto puede explicarse considerando que estos sistemas tienen una notable incorporación de residuos, que, según VERHULST *et al.* (2015) generan aumento y disponibilidad de los nutrientes como  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  cerca de la superficie del suelo, razón por la cual la RC y el FM superan en pH al BS (Figura 08).

La MO, es otro indicador que presenta niveles altos, en donde el manejo de FM y RC son superiores al BS. Al respecto, SAGARPA (2012) señala que la MO en la agricultura tradicional es importante ya que la MO se considera la base de su fertilidad y tiene influencia directa sobre indicadores, tanto físicos como químicos. Además, FAO (2020a) indica que el carbono orgánico del suelo aumenta la capacidad de intercambio catiónico y tiene capacidad de retener gran proporción de nutrientes, cationes y oligoelementos esenciales para el

crecimiento de las plantas. Condición que se habrían generado con el manejo de FM y RC, según VERHULST *et al.* (2015) son sistemas que regresan más residuos incrementan la conservación y disponibilidad de los nutrientes como P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> y Mg<sup>+2</sup> cerca de la superficie del suelo y en caso específico de la RC y la perturbación mínima del suelo puede mejorar la agregación y el carbono orgánico, aumentando los niveles de fertilidad (LOSS *et al.*, 2016).

En general los manejos de FM y RC en la comunidad e Chambira son técnicas tradicionales enmarcados en una agricultura agroecológica, según GUTIÉRREZ *et al.* (2008) incorporan conceptos de estabilidad, resiliencia y adaptabilidad, además de los conceptos convencionales de productividad, eficiencia y eficacia en la producción. Para GUTIÉRREZ *et al.* (2015) tienen un impacto significativo en la incorporación, distribución y transformación de la materia orgánica a través de la adición dentro del perfil. Además, mantienen la estructura y disponibilidad de los nutrientes del suelo ya que mejoran el contenido de materia orgánica en la superficie del suelo, mejoran la estabilidad estructural, incrementan la retención de agua y reducen el escurrimiento y producción de sedimentos (NAVARRO *et al.*, 2012). Esto explica los mayores niveles de MO, N y cationes cambiabiles en los FM y RC en comparación al BS.

Los sistemas convencionales descomponen fácilmente el material orgánico y contribuyen en la degradación de las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo (NAVARRO *et al.*, 2019; NAVARRO *et al.*, 2018; RODRÍGUEZ *et al.*, 2018; Da SILVA *et al.*, 2015) y los sistemas de manejo en la comunidad de Chambira, los FM y la RC, han mostrado diferencias y niveles

superiores al BS. Por tanto, la investigación logro contrastar la hipótesis planteada “Los indicadores físicos y químicos de los suelos varían con el manejo tradicional de los cultivos en comparación al bosque secundario en la Comunidad Nativa de Chambira, distrito de Shamboyacu, Provincia de Picota -San Martín”. Esto los convierte en manejos tradicionales agrologicamente sostenibles tal como lo señalan BEDOYA *et al.* (2017); MAGNUSSEN (2015); VALLADOLID (2015); ÁLVAREZ y SHANY (2012); FAO (2012) y SHAPIAMA (2008).

## VI. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los objetivos planteados y los resultados encontrados se concluye:

1. El manejo bosque secundario y frutal mixto son franco arcillo arenoso y la rotación de cultivos es arcilloso; las diferentes fracciones presentan diferencias significativas según el manejo. La densidad aparente y la resistencia a la penetrabilidad se incrementan con la profundidad y presentan diferencias significativas en el estrato DA30 (0.2 a 0.3 m) y en RP20 (0.1 a 0.2 m).
2. Los suelos presentan pH neutro a ligeramente alcalino, alto en MO y nitrógeno, medio en  $K^+$ , bajo a medio en fósforo y calcio y bajo en magnesio y CIC, y presentan diferencias significativas en todos los casos, según el manejo.
3. El manejo frutal mixto presenta las medias más altas en P, K disponible, calcio, magnesio, K intercambiable y CIC, y el manejo de rotación de cultivos presenta las medias más altas en pH y materia orgánica. Son técnicas tradicionales enmarcadas en una agricultura agroecológicamente sostenibles, con gran potencial para mejorar los indicadores de calidad de los suelos en la comunidad de Chambira

## **VII. RECOMENDACIONES**

Los resultados encontrados nos permiten recomendar lo siguiente:

1. Desarrollar los frutales mixtos y la rotación de cultivos como una alternativa de agricultura sustentable.
2. Investigar la influencia de las especies que se utilizan dentro de los frutales y en la rotación, sobre la calidad del suelo.
3. Investigar los aspectos socio culturales que permiten la elección de las especies que utilizan dentro de sus sistemas de manejo.
4. Desarrollar propuestas que doten de control efectivo y seguridad legal de sus territorios y dispongan de capacitación y herramientas técnicas para el manejo sostenible y rentable de los manejos tradicionales desarrollados en las comunidades nativas.

## VIII. ABSTRACT

The traditional form of management used by the Chambira native community is distinct from conventional management; the traditional management used by the communities is based on agroforestry plots, combining edible species such as fruit trees, medicinal and timber. Due to this, the objective was to evaluate the physical and chemical indicators of the soil under the Chambira native community's traditional management in the Picota province of San Martin, Peru. The research is non-experimental, descriptive and comparative with the statistical adjustment of a completely randomized design; where the treatments were made up of the traditional management fruit mixes (FM), crop rotation (RC – acronym in Spanish) and secondary forest (BS – acronym in Spanish). Physical indicators were evaluated, such as: texture, apparent density (AD; DA in Spanish), penetration resistance (PR; RP in Spanish) and total porosity (PT – acronym in Spanish) in the different strata; as well as chemicals such as: pH, OM (MO in Spanish), N, P, K, Ca, Mg, Na and CEC (CIC in Spanish). The results show that the physical indicators of the superficial stratum do not present any differences, except for the apparent density, DA30 (0.2 to 0.3 m), the penetration resistance, RP20 (0.1 to 0.2 m) , and the total porosity of the stratum, PT30 (0.2 to 0.3 m). The chemical indicators present differences for all of the cases: the management of the fruit mix presented higher averages of P, available K, calcium, magnesium, exchangeable K and CEC; and the crop rotation management presented higher averages for pH and organic matter. It is concluded that the management of fruit mixes and crop rotation in the Chambira community are traditional techniques with a great potential to improve the physicochemical indicators of the soil.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, J., ARÉVALO, L. y LUQUE, N. (2004). Conocimiento local en el manejo de recursos naturales de la etnia Shipibo – Conibo, Rio Ucayali, Pucallpa, Perú. V Congreso Brasileiro de Sistemas Agroforestales. 25-28 octubre. Recuperado de [https://www.academia.edu/15270472/Conocimiento\\_Local\\_En\\_El\\_Manejo\\_De\\_Recursos\\_Naturales\\_De\\_La\\_Etnia\\_Shipibo\\_-Conibo\\_Rio\\_Ucayali\\_Pucallpa\\_Peru](https://www.academia.edu/15270472/Conocimiento_Local_En_El_Manejo_De_Recursos_Naturales_De_La_Etnia_Shipibo_-Conibo_Rio_Ucayali_Pucallpa_Peru)
- ALTEZ, V., CARRILLO, T., LEYVA, B., SALGADO, R. (2017). Planeamiento Estratégico para la Provincia de Picota. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9657/ALTEZ\\_CARRILLO\\_PLANEAMIENTO\\_PICOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9657/ALTEZ_CARRILLO_PLANEAMIENTO_PICOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ALTIERI, M., HECHT, S., LIEBMAN, M., MAGDOFF, F., NORGAARD, R., y SIKOR, T. (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo. Editorial Nordan–Comunidad: [Citado el 17 de agosto del 2018]. Disponible en: <https://www.agroecologia.net/agroecologia-bases-cientificas-parauna-agricultura-sustentable/>
- ÁLVAREZ, A y SHANY, N. (2012). Una experiencia de gestión participativa de la biodiversidad con comunidades amazónicas. *Rev. peru. biol.* 19(2): 223 – 232. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v19n2/a17v19n2.pdf>
- BEDOYA, G., ARAMBURÚ, C. y BURNEO, Z. (2017). Una agricultura insostenible y la crisis del barbecho: el caso de los agricultores del valle de los ríos Apurímac y Ene, VRAE. *Antropológica/año XXXV, (38).* 211-240. <https://doi.org/10.18800/antropologica.201701.008>
- CHARVET, E. (2012). Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional - Estudio de caso del cultivo de brócoli. [Tesis] Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2012:107. [Citado el 05 de marzo 2018]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5180>
- Da SILVA, E., CONCEIÇÃO S., AMORIM, F., FRANÇA B., PAMPONET, B. y OLIVEIRA, R. (2015). Atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo distrófico coeso

e crescimento radicular de *Brachiaria decumbens* submetido à subsolagem e fertilização. *Comunicata Scientiae*, 6(4), 385-395.

<https://doi.org/10.14295/CS.v6i4.484>

DECRETO LEY N° 22175. (1978). Ley de Comunidades Nativas y de Desarrollo Agrario de la Selva y de Ceja de Selva. Recuperado de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3\\_uibd.nsf/0D41EC1170BDE30A052578F70059D913/\\$FILE/\(1\)leydecomunidadesnativasley22175.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con3_uibd.nsf/0D41EC1170BDE30A052578F70059D913/$FILE/(1)leydecomunidadesnativasley22175.pdf)

DECRETO SUPREMO N° 003-79-AA. (1979). Reglamento de la ley de comunidades nativas y de desarrollo agrario de las regiones de Selva y Ceja de Selva. Recuperado de <http://www.dar.org.pe/archivos/normasLegales/D-S-N-003-79-AA.pdf>

DIAZ, G. (2015). Evaluación del estado de conservación y del potencial de los recursos naturales en comunidades de la microcuenca del Momón, distrito de Punchana, región Loreto. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Recuperado de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP\\_c0994f83723d83e7c8426559acdabff5](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAP_c0994f83723d83e7c8426559acdabff5)

FIDALSKI, J. (2015). Qualidade física de Latossolo Vermelho em sistema de integração lavoura-pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 50(11), 1097-1104. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015001100013>

GONZÁLES, C. (2014). Contribuciones de los frutales nativos amazónicos al bienestar socioeconómico de las comunidades amazónicas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-iiap. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Conferencia/CONF256.pdf>

GUTIÉRREZ, A., CARPIO, A., HERRERA, S. y GONZÁLEZ, S. (2016). Sistema indígena diversificado de cultivos y desarrollo local en la amazonia ecuatoriana. *Cultivos Tropicales*, 37(02): 7-14. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1878.1688>

Gutiérrez, C., Aguilera, G. y González, E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*. 46, enero-abril 2008, pp. 51-87. Recuperado de [https://www.redalyc.org/pdf/105/Resumenes/Resumen\\_10504604\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/105/Resumenes/Resumen_10504604_1.pdf)

- GUTIÉRREZ, C., GUTIÉRREZ, C. C. y ORTIZ, S. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: revisión. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 201-215. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342015000100017&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000100017&lng=es&tlng=es).
- HAVLIN, J. L.; BEATON, J.D.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. (1999). Soil fertility and fertilizers; an introduction to nutrient management. 6. ed. Upper Saddle River (Estados Unidos), Prentice Hall. 499 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA-INEI. (2012). Las Comunidades Campesinas y Nativas como Persona Jurídica del Sector Agropecuario. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1177/cap06.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1177/cap06.pdf)
- Jaurixje, M., Torres, D., Mendoza, B., Henríquez, R., Contreras, J. (2013). Propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la actividad biológica bajo diferentes manejos en la zona de Quíbor, Estado Lara. *Bioagro* 25(01): 47-56. Recuperado de <http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev25%281%29/6.%20MS%201211.pdf>
- LÓPEZ, M., ALFONZO, N., FLORENTINO, A. y PÉREZ, M. (2006). Dinámica del fósforo y reducción del aluminio intercambiable en un ultisol sometido a manejo conservacionista. *Interciencia*, 31(04): 293-299. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- LUCA, E., FELLER, C., CERRI, C., BARTHÈS, B., CHAPLOT, V., CORREA, C. y MANECHINI, C. (2008). Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(2), 789-800. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200033>
- MACHADO, F. y MIELNICZUK, J. (2009). Revisão de literatura uma visão sobre qualidade do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo* 33: 743-755. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832009000400001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000400001)

- MAGNUSSEN, I. (2015). Los efectos del cambio climático en las prácticas agrícolas tradicionales en la Amazonía peruana. VII Congreso Nacional de Investigaciones en Antropología en el Perú. Universidad Nacional de Trujillo. Setiembre 2015: 649-661. Recuperado de <http://www.facsoc.unitru.edu.pe/pdf/VIICONIAP/35%20IMAGNUSSEN%20Cambio%20climatico%20en%20agricultura%20amazonia.pdf>
- MEZA, M., CASTRO, C., PEREIRA, K., y PUGA, G. (2017). Indicadores para el monitoreo de la calidad del suelo en áreas periurbanas. valle de Quillota, cuenca del Aconcagua, Chile. *Interciencia*; 42(8): 494-502. Disponible en <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/08/494.pdf>
- NAVARRO, V. M., FLORIDA R. N. y NAVARRO V. L. (2019). Atributos físicos y materia orgánica de oxisols en sistemas de producción de caña de azúcar. *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal Of High Andean Research*, 21(2), 89-99. [doi:http://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.453](http://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.453)
- Navarro, B. A., Figueroa, S. B., Sangerman, J. D. y Osuna, C. E. (2012). Propiedades físicas y químicas del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp.* 4(01): 690-697
- NAVARRO, B., NAVARRO, G. (2003). *Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Segunda edición. Ediciones Mundiprensa, Madrid. 487 p.
- ORDENANZA MUNICIPAL N° 001-2019-A-MPP. (2019). Meso Zonificación Ecológica Económica de Picota. Recuperado de <https://geo.regionsanmartin.gob.pe/geonetwork/srv/api/records/ae50f8b9-8206-4c8e-81bd-52d0db536973/formatters/xsl-view?view=advanced&portalLink=>
- ORANTES, G., PÉREZ, F., CARPIO, P. y TEJEDA, C. (2013). Aprovechamiento del recurso maderable tropical nativo en la comunidad de Emilio Rabasa, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. *Madera y Bosques* 19(1): 7-21. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v19n3/v19n3a2.pdf>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO. (2020). Portal de Suelos de la FAO: Propiedades Físicas del Suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO. (2020a). Portal de Suelos de la FAO: Propiedades químicas del Suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO. (2012). Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. Recuperado de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/972478/1/Joanne2012Plantas.pdf>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos 4° edición. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- PEÑA, J. (2010). Las Comunidades Campesinas y nativas en la Constitución Política del Perú: Un Análisis Exegético del Artículo 89° de la Constitución. *Derecho & Sociedad* 40. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechosociedad/article/view/12800/13357>
- PULGAR, V. J. (2014). Las ocho regiones naturales del Perú. *Terra Brasilis (Nova Série)* 3: 1-20. <https://doi.org/10.4000/terrabrasilis.1027>
- RESOLUCIÓN PRESIDENCIAL N° 032-2017-SERNANP. (2017). Aprueban la actualización del Plan maestro del Parque Nacional Cordillera Azul 2017-2021. Recuperado de [http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/baselegal/Resoluciones\\_Presidenciales/2017/RP%20032-2017-SERNANP.pdf](http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/baselegal/Resoluciones_Presidenciales/2017/RP%20032-2017-SERNANP.pdf)
- RODRIGUES, B. M., Tonani, S.F. L., Alves, I.J. y Nogueira, R. (2018). Estoque de carbono nosolo sob diferentes condições de cerrado. *Revista Desafios*, 5(Especial): 114-124. <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018v5nEspecialp114>
- SADEGHIAN, K. (2012). Efecto de los cambios en las relaciones de calcio, magnesio y potasio intercambiables en suelos de la zona cafetera colombiana sobre la nutrición de café (*Coffea arabica* L.) en la etapa de almácigo. Tesis Posgrado. Universidad Nacional de Colombia, Medellín Colombia. Recuperado de

- SATURNO, S. y ZENT, S. (2016). Aspectos etnoecológicos de la agricultura entre los Pumé. *Ciências Humanas*, 11(03): 653-676. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981.81222016000300007>
- SHAPIAMA O. S. (2008). Evaluación de sistemas agroecológicos desarrollados en la localidad de Saramiriza. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de <https://core.ac.uk/display/143151603>
- VALLADOLID R. J. (2015). Cosmovisión andino-amazónica. Conocimientos tradicionales y cambio climático en el Perú. *Volveré Año XIV* (49). Recuperado de [http://iecta.cl/revistas/volvere\\_49/articulos.htm](http://iecta.cl/revistas/volvere_49/articulos.htm)
- VERHULST, N., FRANÇOIS, I. y GOVAERTS, B. (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables? Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo-CIMMYT. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QY2016100045>

## X. ANEXOS

### 10.1 Indicadores físicos evaluados

Cuadro 16. Análisis general de la textura

Manejo	Fracciones			Clase textural
	arena	Limo	arcilla	
BS	59,00	21,00	20,00	Franco Arcillo Arenoso
	53,00	23,00	24,00	
	63,00	17,00	20,00	
	53,00	27,00	20,00	
	67,00	11,00	22,00	
	73,00	5,00	22,00	
	FM	65,00	9,00	
47,00		23,00	30,00	
61,00		15,00	24,00	
62,00		17,00	20,00	
69,00		11,00	20,00	
70,00		10,00	20,00	
RC		21,00	33,00	46,00
	23,00	33,00	44,00	
	23,00	29,00	48,00	
	29,00	25,00	46,00	
	25,00	29,00	46,00	
	21,00	39,00	40,00	

BS bosque secundario, FM frutal mixto, RC rotación de cultivos

Cuadro 17. Análisis general de la densidad y resistencia a la penetrabilidad

Indicador	manejo		
	BS	FM	RC
DA10	1,1	1,16	1,13
DA10	1,12	1,18	1,17
DA10	1,15	1,13	1,08
DA10	1,13	1,15	1,13
DA10	1,08	1,12	1,18
DA10	1,09	1,11	1,14
DA20	1,27	1,21	1,18
DA20	1,22	1,11	1,19
DA20	1,27	1,18	1,2
DA20	1,24	1,23	1,21
DA20	1,18	1,2	1,25
DA20	1,25	1,19	1,21
DA30	1,28	1,24	1,32
DA30	1,29	1,22	1,29
DA30	1,25	1,23	1,3
DA30	1,31	1,28	1,35
DA30	1,24	1,26	1,26
DA30	1,3	1,28	1,34
RP10	1,9	1,93	1,5
RP10	2,3	1,92	1,73
RP10	2	1,83	2,08
RP10	1,66	1,83	2,08
RP10	1,95	1,85	1,8
RP10	2,1	2,06	1,85
RP20	2,5	2,47	1,5
RP20	2,53	1,92	1,63
RP20	2,5	2,37	1,97
RP20	2,58	2,08	1,91
RP20	2,35	1,98	2,3
RP20	2,45	2,25	2,25
RP30	2,83	2,48	1,76
RP30	2,73	3,08	1,96
RP30	2,5	3,67	2,27
RP30	2,68	2,17	2,97
RP30	2,75	2,67	2,45
RP30	2,8	2,75	2,6

## 10.2 Análisis de varianza para los indicadores físicos

Cuadro 18. Análisis de varianza para la fracción arena

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Arena					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5829,78a	2	2914,89	61,76	0,00
Intersección	43414,22	1	43414,22	919,79	0,00
Tratamiento	5829,78	2	2914,89	61,76	0,00
Error	708,00	15	47,20		
Total	49952,00	18			
Total, corregido	6537,78	17			

a.  $R^2 = 0,892$  ( $R^2$  ajustada = 0,877)

Cuadro 19. Análisis de varianza para la fracción limo

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Limo					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1001,44a	2	500,72	12,78	,001
Intersección	7896,056	1	7896,06	201,60	,000
Tratamiento	1001,44	2	500,72	12,78	,001
Error	587,50	15	39,17		
Total	9485,00	18			
Total, corregido	1588,94	17			

a.  $R^2 = 0,630$  ( $R^2$  ajustada = 0,581)

Cuadro 20. Análisis de varianza para la fracción arcilla

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Arcilla					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	2067,11a	2	1033,56	113,44	0,00
Modelo corregido					
Intersección	16080,22	1	16080,22	1764,90	0,00
Tratamiento	2067,11	2	1033,56	113,44	0,00
Error	136,67	15	9,11		
Total	18284,00	18			
Total, corregido	2203,78	17			
a. $R^2 = 0,938$ ( $R^2$ ajustada = 0,930)					

Cuadro 21. Análisis de varianza para la DA10

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: DA10					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	0,003 <sup>a</sup>	2	0,002	1,836	0,193
Modelo corregido					
Intersección	23,007	1	23,007	26045,440	0,000
Tratamiento	0,003	2	0,002	1,836	0,193
Error	0,013	15	0,001		
Total	23,023	18			
Total, corregido	0,016	17			
a. $R^2 = 0.197$ ( $R^2$ ajustada = 0.090)					

Cuadro 22. Análisis de varianza para la DA20

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: DA20					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	0,008 <sup>a</sup>	2	0,004	3,521	0,056
Intersección	26,378	1	26,378	22805,192	0,000
Tratamiento	0,008	2	0,004	3,521	0,056
Error	0,017	15	0,001		
Total	26,403	18			
Total, corregido	0,025	17			

a.  $R^2 = 0.319$  ( $R^2_{ajustada} = 0.229$ )

Cuadro 23. Análisis de varianza para la DA30

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: DA30					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	0,010 <sup>a</sup>	2	0,005	6,012	0,012
Intersección	29,491	1	29,491	34650,235	0,000
Tratamiento	0,010	2	0,005	6,012	0,012
Error	0,013	15	0,001		
Total	29,514	18			
Total, corregido	0,023	17			

a.  $R^2 = 0.445$  ( $R^2_{ajustada} = 0.371$ )

Cuadro 24. Análisis de varianza para la RP10

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: RP10					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,063 <sup>a</sup>	2	0,032	0,932	0,416
Intersección	65,628	1	65,628	1928,396	0,000
Tratamiento	0,063	2	0,032	0,932	0,416
Error	0,510	15	0,034		
Total	66,202	18			
Total, corregido	0,574	17			
a. $R^2 = 0.11$ ( $R^2_{ajustada} = -0.008$ )					

Cuadro 25. Análisis de varianza para la RP20

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: RP20					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,938 <sup>a</sup>	2	,469	8,910	,003
Intersección	86,856	1	86,856	1649,656	,000
Tratamiento	,938	2	,469	8,910	,003
Error	,790	15	,053		
Total	88,584	18			
Total, corregido	1,728	17			
a. $R^2 = 0.543$ ( $R^2_{ajustada} = 0.482$ )					

Cuadro 26. Análisis de varianza para la RP30

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: RP30					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	0,743 <sup>a</sup>	2	0,372	2,336	0,131
Intersección	123,350	1	123,350	775,643	0,000
Tratamiento	0,743	2	0,372	2,336	0,131
Error	2,385	15	0,159		
Total	126,478	18			
Total, corregido	3,129	17			

a.  $R^2 = 0.238$  ( $R^2_{ajustada} = 0.136$ )

### 10.3 Prueba de Duncan para los indicadores físicos

Cuadro 27. Prueba de Duncan para la fracción arena

Variable arena			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
RC	6	23,67	
BS	6		61,33
FM	6		62,33
Sig.		1,00	0,80

Cuadro 28. Prueba de Duncan para la fracción limo

Variable limo			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
FM	6	14,17	
BS	6	17,33	
RC	6		31,33
Sig.		0,39	1,00

Cuadro 29. Prueba de Duncan para la fracción arcilla

Variable arcilla			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	21,33	
FM	6	23,33	
RC	6		45,00
Sig.		0,27	1,00

Cuadro 30. Prueba de Duncan para la DA20

Variable DA20			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
FM	6	1,1867	
RC	6	1,2067	1,2067
BS	6		1,2383
Sig.		0,325	0,128

Cuadro 31. Prueba de Duncan para la RP20

Variable RP20			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
RC	6	1,9267	
FM	6	2,1783	
BS	6		2,4850
Sig.		0,077	1,000

## 10.4 Análisis de varianza para los indicadores químicos del suelo

Cuadro 32. Análisis de varianza para la variable pH

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: pH					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,05 <sup>a</sup>	2	2,03	20,51	0,00
Intersección	950,63	1	950,63	9622,69	0,00
Tratamiento	4,05	2	2,03	20,51	0,00
Error	1,48	15	0,09		
Total	956,16	18			
Total, corregido	5,53	17			

a.  $R^2 = 0,73$  ( $R^2$  ajustada = 0,69)

Cuadro 33. Análisis de varianza para la variable MO

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: MO					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,93a	2	2,47	43,02	0,00
Intersección	537,59	1	537,59	9382,97	0,00
Tratamiento	4,93	2	2,47	43,02	0,00
Error	0,86	15	0,06		
Total	543,38	18			
Total, corregido	5,79	17			

a.  $R^2 = 0,85$  ( $R^2$  ajustada = 0,83)

Cuadro 34. Análisis de varianza para la variable N

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: N					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,015 <sup>a</sup>	2	0,008	857,5	0,00
Intersección	1,323	1	1,323	148,84	0,00
Tratamiento	0,015	2	0,008	857,5	0,00
Error	0,000	15	8,89		
Total	1,338	18			
Total, corregido	0,015	17			

a.  $R^2 = 0,991$  ( $R^2$  ajustada = 0,990)

Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable P

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: P					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	151, 43a	2	75,72	22,39	0,00
Intersección	682,77	1	682,77	201,92	0,00
Tratamiento	151,43	2	75,72	22,39	0,00
Error	50,72	15	3,38		
Total	884,93	18			
Total, corregido	202,16	17			

a.  $R^2 = 0,749$  ( $R^2$  ajustada = 0,716)

Cuadro 36. Análisis de varianza para la variable K disponible

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: K disponible					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24477, 10a	2	12238,55	10,78	0,001
Intersección	180144,03	1	180144,03	158,69	0,000
Tratamiento	24477,10	2	12238,55	10,78	0,001
Error	17027,68	15	1135,18		
Total	221648,81	18			
Total, corregido	41504,78	17			
a. $R^2 = 0,59$ ( $R^2$ ajustada = 0,54)					

Cuadro 37. Análisis de varianza para la variable Ca intercambiable

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Ca					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23, 55a	2	11,78	6,98	0,007
Intersección	500,86	1	500,86	297,13	0,000
Tratamiento	23,55	2	11,78	6,98	0,007
Error	25,28	15	1,68		
Total	549,69	18			
Total, corregido	48,84	17			
a. $R^2 = ,482$ ( $R^2$ ajustada = ,413)					

Cuadro 38. Análisis de varianza para la variable K intercambiable

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: K					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,28a	2	0,14	17,31	0,00
Intersección	1,99	1	1,99	245,18	0,00
Tratamiento	0,28	2	0,14	17,31	0,00
Error	0,12	15	0,01		
Total	2,39	18			
Total, corregido	0,40	17			
a. $R^2 = 0,69$ ( $R^2$ ajustada = 0,66)					

Cuadro 39. Análisis de varianza para la variable Mg intercambiable

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Mg					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,73a	2	0,37	5,51	0,016
Intersección	14,35	1	14,35	216,44	0,00
Tratamiento	0,73	2	0,37	5,51	0,016
Error	0,99	15	0,07		
Total	16,07	18			
Total, corregido	1,72	17			
a. $R^2 = 0,423$ ( $R^2$ ajustada = 0,346)					

Cuadro 40. Análisis de varianza para la variable Na intercambiable

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Na					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,14a	2	0,07	18,09	0,00
Intersección	1,27	1	1,27	333,07	0,00
Tratamiento	0,14	2	0,07	18,09	0,00
Error	0,06	15	0,004		
Total	1,46	18			
Total, corregido	0,19	17			
a. $R^2=0,707$ ( $R^2$ ajustada = 0,668)					

Cuadro 41. Análisis de varianza para la variable CIC

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: CIC					
Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	44,33a	2	22,16	7,78	,005
Intersección	828,65	1	828,65	290,86	,000
Tratamiento	44,33	2	22,16	7,78	,005
Error	42,74	15	2,85		
Total	915,71	18			
Total, corregido	87,06	17			
a. $R^2= 0,509$ ( $R^2$ ajustada = 0,444)					

## 10.5 Prueba de Duncan para los indicadores químicos del suelo

Cuadro 42. Prueba de Duncan para el indicador pH

Variable pH			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
FM	6	6,62	
BS	6		7,43
RC	6		7,75
Sig.		1,00	0,10

Cuadro 43. Prueba de Duncan para el indicador MO

Variable MO			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	4,73	
FM	6		5,79
RC	6		5,88
Sig.		1,000	0,53

Cuadro 44. Prueba de Duncan para el indicador N

Variable N			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	0,23	
FM	6		0,29
RC	6		0,29
Sig.		1,00	0,07

Cuadro 45. Prueba de Duncan para el indicador P

Variable P			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	3,26	
RC	6	5,10	
FM	6		10,12
Sig.		0,10	1,00

Cuadro 46. Prueba de Duncan para el indicador K disponible

Variable K disponible			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	59,02	
RC	6	92,67	
FM	6		148,44
Sig.		0,104	1,00

Cuadro 47. Prueba de Duncan para el indicador Ca intercambiable

Variable Ca intercambiable			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	3,75	
RC	6		5,58
FM	6		6,49
Sig.		1,00	0,24

Cuadro 48. Prueba de Duncan para el indicador Mg intercambiable

Variable Mg intercambiable			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
Tratamiento	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	0,62	
RC	6		0,96
FM	6		1,10
Sig.		1,00	0,36

Cuadro 49. Prueba de Duncan para el indicador K intercambiable

Variable K intercambiable				
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)				
Tratamiento	N	Subconjunto		
		a	b	c
BS	6	0,19		
RC	6		0,31	
FM	6			0,49
Sig.		1,00	1,00	1,00

Cuadro 50. Prueba de Duncan para el indicador Na intercambiable

Variable Na intercambiable				
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)				
Tratamiento	N	Subconjunto		
		a	b	c
BS	6	0,17		
RC	6		0,25	
FM	6			0,38
Sig.		1,00	1,00	1,00

Cuadro 51. Prueba de Duncan para el indicador CIC

Variable CIC			
Duncan <sup>a,b</sup> (p<0,05)			
TRATAMIENTO	N	Subconjunto	
		a	b
BS	6	4,73	
RC	6		7,10
FM	6		8,53
Sig.		1,00	0,16

### 10.5 Identificación y muestreo de áreas con manejo tradicional



Figura 09. Comunidad Nativa de Chambira



**Figura 10. Muestreo bosque secundario**



**Figura 11. Muestreo en frutal mixto**



**Figura 12. Muestreo en rotación de cultivos**