

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**CALIDAD DEL SUELO POR EL USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE  
CACAO (*Theobroma Cacao*) EN EL DISTRITO LUYANDO, LEONCIO PRADO,  
HUANUCO-2022**

**Tesis**

**Para optar el grado de**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Presentado por:**

**EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO**

**Tingo María - Perú**

**2024**



**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°034-2024-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de febrero de 2024, a horas 14:07 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“CALIDAD DEL SUELO POR EL USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE CACAO (*Theobroma cacao*) EN EL DISTRITO LUYANDO, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO - 2022”**

Presentado por el Bachiller: **EVANGELISTA MEDINA, Elvis Mariano**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 14 de marzo de 2024

  
**Dr. NELINO FLORIDA ROFNER**  
**PRESIDENTE**

  
**Blgo. MSc. CESAR AUGUSTO GOZME SULCA**  
**MIEMBRO**

  
**Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO**  
**MIEMBRO**

  
**Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO**  
**ASESOR**

  
**Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE**  
**ASESOR**





“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 116 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

### CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
CALIDAD DEL SUELO POR EL USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE CACAO (Theobroma Cacao) EN EL DISTRITO LUYANDO, LEONCIO PRADO, HUANUCO-2022	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO	12 % Doce

Tingo María, 26 de marzo de 2024

  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
Dr. Tomas Menacho Maltui  
JEFE

C.C. Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**CALIDAD DEL SUELO POR EL USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE  
CACAO (*Theobroma Cacao*) EN EL DISTRITO LUYANDO, LEONCIO PRADO,  
HUANUCO-2022**

Autor	: Evangelista Medina Elvis Mariano
Asesor	: Dr. Luis Eduardo, Oré Cierito
Co Asesor	: Dr. Aguirre Escalante, Casiano
Programa de Investigación	: Gestión Ambiental
Línea de Investigación	: Desarrollo Sostenible
Eje temático	: Índices, Indicadores y Estándares de Calidad Ambiental
Lugar de Ejecución	: Distrito Luyando
Duración	: 12 meses
Financiamiento	: S/.18043.00
FEDU	: S/.00.00
Propio	: S/.18 043.00
Otros	: S/.00.00

**Tingo María – Perú Julio, 2024**

## **DEDICATORIA**

A Dios; por brindarme la vida, amor, bendecirme con una hermosa familia y otorgarme las fuerzas necesarias para enfrentar y superar todas las adversidades y lograr mis metas

A mis padres por ser el principal soporte emocional, por su amor incondicional e impulsarme a cumplir mis objetivos, sueños, metas y enseñarme a seguir adelante

A mis hermanas por brindarme su apoyo incondicional, enseñarme a ser perseverante y resiliente ante las adversidades para poder cumplir todas las metas propuestas

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi alma mater; la Universidad Nacional Agraria de la Selva y permitirme desarrollarme académica y profesionalmente, en especial a mi asesor el Dr. Oré Cierzo, Luis Eduardo, por su comprensión y apoyo en todo el proceso de ejecución de la tesis, igualmente a todos los miembros del jurado por sus sugerencias, correcciones, tiempo y cortesía.

Agradezco a la Municipalidad Distrital de Luyando, por brindarme acceso a la información y base de datos necesarios para el desarrollo de esta presente investigación, en especial al área de Gestión Ambiental que me brindaron todas las facilidades logísticas para la ejecución de la Tesis.

Agradezco a la Unidad de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por otorgarme el incentivo económico para Tesistas, permitiendo el financiamiento y ejecución de la Tesis.

## INDICE

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.    Objetivos .....	1
1.1.1.  Objetivo General .....	1
1.1.2.  Objetivo Específicos .....	1
II.  REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	2
2.1.    Antecedentes .....	2
2.1.1.  Antecedentes Internacionales.....	2
2.1.2.  Antecedentes Nacionales .....	3
2.1.3.  Antecedentes Locales .....	4
2.2.    Marco teórico .....	5
2.2.1.  Indicadores de la Calidad del Suelo.....	5
2.2.2.  Uso de Agroquímicos en Suelos de Cultivos de Cacao.....	15
2.2.3.  Contaminación de Suelos por Agroquímicos en Cultivos de Cacao .....	15
2.2.4.  Efectos de los Agroquímicos en las componentes fisicoquímicas y biológicas del Suelo.....	16
2.2.5.  Cultivos de Cacao .....	16
2.2.6.  Agroquímicos.....	17
2.2.7.  Categoría Toxicológica.....	18
III.  MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1.    Lugar de Ejecución.....	19
3.1.1.  Ubicación Política de la Zona de Estudio .....	19
3.1.2.  Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio .....	19
3.1.3.  Características de la Zona .....	19
3.2.    Materiales y Equipos .....	20
3.2.1.  Materiales de Campo .....	21
3.2.2.  Materiales de Laboratorio.....	21

3.2.3.	Equipo de Campo.....	21
3.2.4.	Equipo de Laboratorio .....	21
3.2.5.	Reactivo de Laboratorio.....	21
3.2.6.	Programas .....	22
3.3.	Criterio y Análisis de Estudio .....	22
3.3.1.	Nivel de Investigación .....	22
3.3.2.	Tipo de Investigación.....	22
3.3.3.	Método de Investigación.....	22
3.3.4.	Operacionalización de Variables .....	23
3.3.5.	Diseño de Investigación.....	25
3.3.6.	Población y Muestra .....	26
3.3.7.	Técnica e Instrumento de Recolección de Datos .....	26
3.3.8.	Análisis de Datos .....	27
3.4.	Metodología .....	27
3.4.1.	Identificar y clasificar los agroquímicos usados en el cultivo de cacao ..	27
3.4.2.	Identificación de la Zona de Estudio .....	28
3.4.3.	Determinar las propiedades Físicas, Químicas del Suelo.....	29
3.4.4.	Determinar de las propiedades Biológicas.....	30
3.4.5.	Índice de calidad del suelo en cultivos de cacao en el distrito de Luyando	
	32	
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1.	Identificación y clasificación de agroquímicos.....	35
4.2.	Parámetros físicos del suelo .....	37
4.3.	Propiedades Químicas del suelo.....	38
4.4.	Propiedades Biológicas del suelo.....	42
4.5.	Estimar el índice de calidad del suelo .....	44
4.5.1.	Análisis de Componentes principales para Insecticidas .....	44



4.5.2.	Análisis de Componentes principales para Herbicidas.....	52
4.5.3.	Análisis de Componentes principales para Insecticidas y Herbicidas .....	61
4.5.4.	Índice de Calidad del suelo en cultivos de Cacao.....	66
V.	CONCLUSIONES.....	69
VI.	PROPUESTAS A FUTURO .....	70
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
VIII.	ANEXOS .....	77
8.1.	Matriz de consistencia.....	77
8.2.	Instrumento de medición.....	79
8.3.	Resultados de la encuesta.....	80
8.4.	Correlación de Spearman .....	88
8.5.	Resultados del análisis de suelos.....	89
8.6.	Análisis de parámetros en el laboratorio .....	96
8.7.	Mapas temáticos o planos .....	99

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1: Clases de partículas inferiores a 2mm de diámetro.....	6
2: Rangos para la Interpretación para densidad Aparente .....	7
3: Rangos de Interpretación para el pH (relación 2:1).....	8
4: Rangos de interpretación para el contenido de Materia Orgánica .....	9
5: Rangos de Interpretación del nitrógeno total.....	10
6: Rangos de interpretación para la Conductividad Eléctrica.....	10
7: Rangos de Interpretación para el fósforo Intercambiable.....	11
8: Rangos de interpretación para el Potasio disponible.....	11
9: Rangos de interpretación del potasio (K).....	13
10: Rangos de Interpretación del Magnesio (Mg).....	13
11: Rangos de Interpretación del (Ca).....	14
12: Rangos Interpretativos para el Índice calidad de Suelos.....	14
13: Origen de Agroquímicos.....	17
14: Clase Toxicológica de Plaguicidas.....	18
15: Operacion de variables .....	23
16: Longitud de Onda para combinación de bandas de imágenes Sentinel -2.....	28
17: Indicadores Físicos del Suelo.....	29
18: Indicadores Químicos del Suelo.....	30
19: Rangos interpretativos para el Índice de Calidad del suelo.....	34
20: Uso de insecticidas en cultivos de Cacao.....	35
21: Frecuencia de Uso de Insecticidas en cultivos de Cacao.....	35
22: Uso alternativo de insecticidas para cultivo de Cacao.....	35
23: Uso de herbicidas en cultivos de Cacao.....	36
24: Frecuencia de Uso de herbicidas en cultivos de Cacao.....	36
25: Métodos alternativo para el uso de herbicidas en cultivos de Cacao.....	37
26: Análisis físicos promedios del suelo de Cacao CCN-51.....	37
27: Análisis químico promedio del suelo de Cacao.....	38
28: Riqueza de especies por Familia en cultivos de Cacao.....	42
29: Parámetros biológicos del suelo de cultivos de cacao.....	44
30: Tabla de valores propios del grupo químico Phenylpyrazole.....	44
31: Tabla de Vectores propios.....	45

32: Tabla de valores propios del grupo químico Piretroide.....	48
33:Tabla de Vectores propios.....	48
34:Tabla de Valores Propios del grupo químico Bipiridilo.....	52
35:Tabla de Vectores propios.....	52
36:Tabla de Valores Propios del grupo químico Fosforados.....	54
37:Tabla de Vectores propios.....	55
38:Tabla de Valores Propios del grupo químico Glycine.....	57
39:Tabla de Vectores propios.....	57
40:Tabla de Valores Propios.....	61
41:Tabla de Vectores propios.....	61
42:Índice de calidad General para suelos de Cacao.....	66
43: Correlación de Spearman de los parámetros analizados.....	88
44:Resultados fisicoquímicos de los suelos en cultivos de cacao.....	89

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1: Ubicación Política del Distrito de Luyando.....	19
2:Diseño de investigación Experimental.....	25
3:Muestreo Biológico.....	31
4:Correlación de Pearson-Rstudio.....	32
5:Análisis de componentes principales (ACP)-Rstudio.....	33
6:Análisis de componentes principales (ACP)en cada punto de muestreo-Rstudio.....	33
7: Valor propio y variabilidad acumulada en cada factor del Phenylpyrazole.....	46
8:Distribución espacial del Phenylpyrazole según el Factor F1 y F2.....	47
9: Valor propio y variabilidad acumulada del Piretroide.....	49
10:Distribución espacial Piretroide según el Factor F1 y F2.....	50
11:Distribución espacial de los Insecticidas el Factor F1 y F2.....	51
12: Contribución de Varianza según Grupo químico de Insecticida.....	51
13: Valor propio y variabilidad acumulada del Bipiridilo.....	53
14: Distribución espacial Bipiridilo según el Factor F1 y F2.....	54
15: Valor propio y variabilidad acumulada de Fosforados.....	56
16: Distribución espacial de Fosforado según el Factor F1 y F2.....	57
17: Valor propio y variabilidad acumulada de Glycines.....	58
18: Distribución espacial Glycine según el Factor F1 y F2.....	59
19: Distribución espacial de Herbicidas según el Factor F1 y F2.....	60
20: Contribución de Varianza según Grupo químico de Herbicida.....	60
21: Valor propio y variabilidad acumulada según cada factor.....	62
22: Relación de los parámetros que conforman el Factor F1 y F2.....	63
23: Distribución espacial de Insecticidas y Herbicidas según el Factor F1 y F2.....	64
24: Contribución de Varianza según Insecticida y Herbicida.....	64
25: Sexo de los agricultores del distrito de Luyando.....	80
26:Edad de los agricultores del distrito de Luyando.....	80
27: Nivel de educación de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	81
28: Estado civil de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	81
29: Número de hijos de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	82
30:Ingreso mensual de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	82

31:Tipo de seguro de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	83
32:Tipo de posesión de terreno de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	83
33:Hectareas de suelo de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando.....	84
34:Variedades de Cacao que disponen los agricultores del distrito de Luyando.....	84
35: Insecticidas que utilizan los agricultores del distrito de Luyando.....	85
36:Frecuencia del uso de insecticidas en cultivos de Cacao.....	85
37:Métodos alternativos para el uso de insecticidas en cultivos de cacao.....	86
38: Herbicidas que utilizan los agricultores del distrito de Luyando.....	86
39:Frecuencia del uso de herbicidas en cultivos de Cacao.....	87
40:Métodos alternativos para el uso de herbicidas en cultivos de cacao.....	87
41: Identificación de áreas con cultivo de Cacao en el distrito de Luyando.....	92
42: Identificación de áreas con cultivo de Cacao en el distrito de Luyando.....	93
43: Identificación de áreas con cultivo de Cacao en el distrito de Luyando.....	93
44: Toma de coordenadas de áreas con cultivo de Cacao.....	93
45: Ubicación y limpieza del punto de muestreo.....	94
46: Toma de muestra superficial de Suelo.....	94
47: Cuarteo de muestra de suelo recolectada en la 1Ha de trabajo.....	95
48: Recolección de la muestra.....	95
49:Pesado de la muestra de suelo tamizada.....	96
50: Muestra de suelos digeridas para la lectura de Cd.....	96
51:Filtrado de muestras digeridas.....	97
52:Configuración de la unidad de medida para la lectura de Cd.....	97
53: Lectura de Cd por ICPOES.....	98
54:Macrofauna Identificada en suelos con cultivo de Cacao.....	98
55:Distribución espacial de los parámetros analizados.....	99
56:Imagen satelital Sentinel de resolución 2x2.....	99
57:Áreas de Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao) .....	100
58:Mapa de puntos de muestreo en cultivos de Cacao.....	100

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo estimar el índice de calidad del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de Cacao (*Theobroma Cacao*) en el distrito de Luyando. Corresponde a un trabajo explicativo relacional con 5 tratamientos, 4 tratamientos según grupo químico de herbicida-Insecticida y un Testigo o grupo de control, se identificó y clasificó los agroquímicos según su grupo funcional más empleados en cultivos de Cacao y se analizó las relaciones con los parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP). Se obtuvo como resultado los índices de calidad del suelo con cultivos de Cacao con 43.958%, presentando una clasificación de suelo regular, asimismo, el insecticida más utilizados con un 68.57% presentan el grupo químico Phenylpyrazole y como ingrediente activo el Fipronil, para el caso de herbicidas con un 71.43% presentan el grupo químico Glycine y fosforados; y como ingrediente activo el Glyphosate concluyendo que el uso de agroquímicos en suelos con cultivos de Cacao influyen en la calidad del suelo y se encuentran relacionadas con el nivel de educación en el distrito, donde el 88.5% de los agricultores de cacao del distrito de Luyando presentan un nivel educativo entre primaria y secundaria

Palabras Clave: Calidad de suelo, Análisis de componente principal (ACP), Agroquímicos, Cadmio.

## **ABSTRACT**

### **THE SOIL QUALITY DUE TO THE USE OF AGROCHEMICALS ON CACAO CROPS (THEOBROMA CACAO) IN THE LUYANDO DISTRICT OF LEONCIO PRADO, HUANUCO IN 2022**

The objective of the present research work was to estimate the quality index of the soil due to the use of agrochemicals on cacao crops (*Theobroma Cacao*) in the Luyando district [of Peru]. It corresponded to an explanatory, relational work, with five treatments; four treatments according to the herbicide-insecticide chemical group and one control or control group. The agrochemicals were identified and classified according to their most used functional group for the cacao crop, and the relationships with the physicochemical and biological parameters of the soil were analyzed using the principal component analysis (PCA; ACP in Spanish). The indices for the soil quality were obtained as a result, where the cacao crop had 43.958%, presenting a soil classification of “regular.” At the same time, the most used insecticide, at 68.57%, was presented by the phenylpyrazole chemical group, and the active ingredient was fipronil; in the case of the herbicides, it was the glycine and phosphate chemical group [which] presented 71.43%, with the active ingredient being glyphosate. It was concluded that the use of agrochemicals on the soil of cacao crops influenced the quality of the soil, and it was found to be related to the level of education in the district; where 88.5% of the cacao farmers in the Luyando district had an elementary to high school education.

**Keywords:** soil quality, principal component analysis (PCA; ACP in Spanish), agrochemicals, cadmium.

## I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao*), se denomina como uno de los cultivos que en el medio local y mundial es de gran importancia económica, convirtiéndola en una de las actividades agrícolas que demanda un mayor uso de agroquímicos, en el distrito de Luyando, el uso intensivo de agroquímicos en suelos donde se cultiva cacao, se dan problemas visibles como la pérdida de fertilidad o capacidad productiva de los suelos, esta alta tasa de dependencia y frecuencia de uso de agroquímicos en la producción de cacao, alteran las diferentes componentes del suelo como las fisicoquímicas y biológicas y consigo la calidad de los suelos en cultivos de cacao. Frente a este problema y bajo la aplicación constante de agroquímicos en el distrito de Luyando, se plantea la siguiente premisa: Cuál es el índice de calidad del suelo en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*), en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado -2022. El proyecto de investigación se justificó teniendo en cuenta los problemas que causa el uso de agroquímicos en las diferentes componentes fisicoquímicas y biológicas del suelo que determinan su calidad, a esto sumado el bajo nivel de conocimiento de los agricultores sobre el manejo adecuado de los agroquímicos y los efectos negativos que causan al suelo, medio ambiente y a su propia salud sobre el uso intensivo de agroquímicos para la producción de cacao, la presente investigación evaluó las principales componentes fisicoquímicas y biológicas de suelos de uso agrícola para la producción de cacao, estos indicadores, nos proporcionaran información valiosa que nos ayudaran a estimar el índice de calidad del Suelo.

### 1.1. Objetivos

#### 1.1.1. Objetivo General

Estimar el índice de calidad del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huanuco-2022.

#### 1.1.2. Objetivo Específicos

Identificar y clasificar los agroquímicos más usados en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado -2022.

Determinar las propiedades Físicas del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de Cacao (*Theobroma cacao*), en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado -2022.



Determinar las propiedades químicas del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de Cacao (*Theobroma cacao*), en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado -2022.

Determinar las propiedades Biológicas del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de cacao (*Theobroma cacao*), en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado -2022.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Salem et al. (2020), en su artículo “Apreciación de propiedades fisicoquímicas y concentración de metales pesados en suelos agrícolas fertilizados con fertilizantes”, tuvo como objetivo general evaluar el efecto de los fertilizantes de fosfato y urea sobre las componentes fisicoquímicas del suelo. De este modo, en la metodología desarrollada en su estudio, se eligieron 6 puntos de muestreo (sectores) y 6 muestras en cada finca que utilizan intensivamente los fertilizantes. Recolectaron, entonces, 1 kg en cada sector con muestreador de barrena (0-30 cm de profundidad), en el verano, otoño, invierno y primavera. En los resultados, los valores medios de pH, la CE, la CIC y la MO del suelo, oscilaron entre 6,88-7,32, 0,14-0,26  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 2,95–4,19  $\text{Cmol}/\text{kg}$  y 0,49-0,53%, respectivamente, en todas las estaciones; las concentraciones de metales pesados fueron 9,50-38,38, 0,0-2,05, 0,0-0,47, 0,0-29,81, 0,0-13,85, 2,83-25,95 y 104-512,20  $\text{mg}/\text{kg}$  respectivamente, para Cromo, Cobre, Cadmio, Manganeso, Zinc, Níquel y Hierro; las concentraciones de metales pesados varían con las estaciones (invierno, primavera, verano y otoño). Sin embargo, las muestras de suelo no presentaron concentraciones de Pb. El resultado, además, mostró una correlación significativa entre pH, CE, CIC, contenido de MO y metales Pesados; las principales propiedades físicas sí presentaron alteraciones, pero no significativas. El índice geoquímico de contaminación muestra que no hubo contaminación con Cobre, Cadmio, Zinc, Plomo, Cromo, Manganeso, Níquel y Hierro.

Tian et al. (2010), en su artículo, “composición química de la materia orgánica disuelta en agroecosistemas: correlaciones con la actividad enzimática del suelo y la mineralización de carbono y nitrógeno”, mencionan que las prácticas agrícolas, sobre todo la fertilización con nitrógeno acelera el proceso de acidificación del suelo, ya que disminuye el pH en promedio de .26 unidades en diferentes usos de suelo. El propósito de este estudio fue dilucidar las interrelaciones entre la materia orgánica disuelta, la actividad enzimática del suelo y la mineralización de C y N del suelo de diversos agroecosistemas. Estos sistemas incluían cultivo

convencional, cultivo orgánico, cultivo integrado y ganado, plantaciones forestales y sucesión de un campo agrícola abandonado. Las muestras recolectadas de suelo superficial de 0 a 10 cm de profundidad a principios de la primavera de 2009 y examinó las concentraciones de C y N orgánicos disueltos derivados del suelo y las tasas de mineralización de C y N del suelo.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Campos (2019), en su tesis “Calidad De Suelo Del Cultivo De Cacao (*Teobroma Cacao*) En Diferentes Edades Sector Ventenjebe Distrito Y Provincia Tocache- San Martín”, tuvo como objetivo general determinar los componentes fisicoquímicos, biológicos que presenta el suelo y determinar su calidad. En su metodología se identificaron 6 puntos estratégicos y se recolectaron 6 muestras en los suelos destinados al cultivo de cacao de diferentes etapas fenológicas 3,6,10 años, se identificaron la macrofauna existente en el área, para calcular la calidad se empleó la metodología de subíndice de uso de suelo sustentable (SUSS), se categorizaron y los resultados mostraron que, las parcelas de 3 años presentaron una pobre y marginal calidad y sus característica como el pH entre alcalino y neutro, niveles medio de Materia orgánica, nitrógeno y potasio, niveles bajos de nitrógeno, CIC, con texturas franco arenoso y limoso; las parcelas con 6 años presentaron una categoría marginal y sus características son pH neutro, niveles medios de potasio y niveles bajos en nitrógeno, fósforo, materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico con textura franco arcilloso y arenoso; las parcelas con 10 años son de categoría pobre y marginal con un pH alcalino, niveles bajos en nitrógeno, fósforo y Capacidad de intercambio catiónico mostrando la urgencia de realizar prácticas de manejo para mejorar la calidad de los suelos.

Celis *et al.* (2020), en su artículo “Impacto sobre indicadores físicos y químicos del suelo con manejo convencional de coca y cacao”, tuvo como objetivo general evaluar el impacto de los indicadores físicos y químicos del suelo generado por los cultivos de coca (*Erythroxylum*, CO), cacao (*Theobroma cacao* L., CA) y bosque secundario (B.S), en su metodología se determinaron las diferencias significativas mediante un diseño aleatorio simple por cada indicador presente en el suelo, en los físicos se evaluaron la densidad aparente, penetrabilidad, en diferentes intervalos de estratos como: 0 a 0.1 m y 0.1 a 0.20m; para la los indicadores químicos se consideró al potencial de hidrógeno, materia orgánica, fosforo, Potasio, Calcio, Aluminio, saturación de Aluminio y acidez cambiante; se obtuvo como resultado que el manejo de coca, causó alteraciones a las distintas propiedades que componen el suelo como las físicas y químicas, reflejándose en las diferencia significativa entre años

propiedades, las alteración de estas propiedades generan la degradación de en la estructura del suelo y disminuye la disposición de nutrientes esenciales presentes en el suelo.

Guardián (2022), en su Tesis “Calidad ambiental del Suelo por estratos fisiográficos en el distrito de Santo Domingo de Anda-Huánuco, 2021” tuvo como objetivo determinar el índice de calidad ambiental del suelo según los estratos fisiográficos en el distrito Santo Domingo de Anda. En su metodología se empleó el mapa fisiográfico y se distribuyó de forma aleatoria 45 puntos de muestreo, en cada uno de ellos se realizaron calicatas 1x1x1, se extrajeron muestras de suelo de cada Horizonte, se analizaron parámetros físicos como Arena, Arcilla, Limo; parámetros químicos como pH, Materia orgánica, Nitrógeno, Fosforo, potasio, cadmio, CICE, Ca intercambiable, Mg intercambiable, Aluminio intercambiable, Hidrógeno intercambiable, bases cambiables y saturación de Aluminio. Los resultados mostraron que el índice de calidad del suelo en función a la fisiografía como Laderas de Colina, Laderas de montaña, Terrazas presentan valores de 31.59, 33.20, 30.09 respectivamente y se encuentran clasificados como suelos con calidad regular.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

León (2021), en su tesis titulada “Índice De Calidad Ambiental Del Suelo en el Distrito De José Crespo Y Castillo”, se planteó el objetivo general de calcular el índice de calidad ambiental presentes en los suelos del distrito de José crespo y castillo. En su metodología, se evaluaron las propiedades fisicoquímicas del suelo y definieron los perfiles modales en función a Soil Taxonomy; contrastaron la concentración de Cd mediante el ECA del suelo, por último, se estimó el nivel de calidad ambiental del suelo por medio de análisis de componente principal. En sus resultados muestra que los parámetros fisicoquímicos normalizados y evaluados como la clase textural, potencial de Hidrógeno, Materia orgánica, P disponible, K disponible, capacidad de intercambio catiónico, Ca, Mg, K, Na, Al, H intercambiables, Bas. Cambiable, Ac. Cambiables, Saturación de Al y el Cd disponible, este último se cumplió el estándar de calidad ambiental debido a que se presentaron por debajo del límite umbral; los perfiles modales más comunes fueron: Fluventic Eutrudepts, Lithic Udorthents, Typic Dystrudepts; y determinaron el índice de calidad ambiental con un 41.480%, considerándose como un suelo regular de calidad Ambiental.

Sánchez (2017), en su tesis “Evaluación Del Contenido De Metales Pesados (Cd Y Pb) En Diferentes Edades Y Etapas Fenológicas Del Cultivo De Cacao En Dos Zonas Del Alto Huallaga”, planteó el objetivo general determinar el nivel de concentración de metales pesados en los suelos y en los cultivos de cacao. En su metodología se seleccionaron 4 parcelas de cacao

con 5, 10, 15, 20 años, para determinar los parámetros fisicoquímicos, el contenido de los contaminantes como el Cd y Pb a nivel del suelo de follaje y de almendras se realizó una caracterización nutricional. Los resultados mostraron que no existe significancia alguna relacionada al contenido de Cd debido a que ninguna parcela excede los 0.8 ppm y en las concentraciones de Pb no exceden los 8 ppm. En las hojas el contenido de cadmio encontrado es de 2.71 ppm en parcelas de 5 años y en parcelas con 10 años presentó un 3.39 ppm, el contenido de plomo fue de 15.40 ppm en parcelas de 15 años y 27.04 en parcelas de 20 años. En las almendras el contenido de cadmio fue de 2.33 ppm en parcelas de 5 años y 2.01 ppm en parcelas de 10 años, el plomo se encontró con una concentración de 14.71 ppm en parcelas de 15 años y 25.98 ppm en parcelas de 20 años, se puede afirmar que los suelos tienen adecuadas condiciones fisicoquímicas, a nivel de hoja y de almendra, las áreas de cacao de 5 y 10 años presentaron valores máximos de cadmio, las áreas de cacao de 15 y 20 años presentaron valores máximos de plomo.

Robles (2021), en su Tesis “Calidad de Suelo mediante indicadores del centro de investigación y producción Tulumayo (CIPTAL) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva”, se planteó el objetivo general evaluar los indicadores físicos, químicos, biológicos y calidad del suelo. En su metodología delimitó un área de 447.84 ha, se clasificaron según su fisiografía los parámetros a evaluar fueron textura, densidad aparente, profundidad de horizontes, pH, CIC, N, P, K y Materia orgánica, el índice de calidad de suelo se determinará de una escala 0-0.19 (clase 5) considerada “Muy baja calidad”, 0.2-0.39 (clase 4) considerado “Baja calidad”, 0.40-0.59 (clase 3) considerada “Moderada”, 0.6-0.79 (clase 2) considerada “Alta calidad” y 0.80-1.00 (clase 1) considerada “Muy alta calidad”. Los resultados presentaron que los suelos con una fisiografía de Terraza alta Terraza baja, Terraza media, Terraza baja no inundable presentan un índice de calidad de suelo de 0.47, 0.50, 0.50 y 0.49 respectivamente presentando una calidad Moderada o de Clase 3

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Indicadores de la Calidad del Suelo**

El problema de la degradación creciente del recurso suelo, su baja calidad y del impacto en la vida del ser humano y el ambiente, las variables a tener en cuenta para hallar la condición actual del suelo. Es fundamental hacer un análisis de los principales componentes físicos, químicos y biológicos que se presentaron en el suelo, esto permitió conocer los niveles de variación en capacidad biológica del suelo en relación con el uso o funcionalidad que desempeña (Dalurzo et al., 2005)

### 2.2.1.1. Propiedades Físicas

La calidad del suelo en el aspecto físico se puede manifestar con diferentes síntomas como la eliminación neta de partículas por escorrentía, mala infiltración de agua, compactación, obstrucción de poros (colmatación) como consiguiente se tiene una aireación deficiente (Dexter, 2000).

#### a) Textura

Es el reparto de partículas del suelo expresada en porcentaje, las partículas según el diámetro, las arenosas de 0.05 a 2.00 mm; limosas de 0.002 a 0.05 mm, y las arcillas por debajo de 0.002 mm. La textura se relacionada de manera íntima a la plasticidad, permeabilidad, aireación, retención de agua y nutrientes (Carbajal, 1997)

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), consideramos las diferentes clases de partículas inferiores a 2 mm de diámetro

Tabla 1: Clases de partículas inferiores a 2mm de diámetro

Clase	Diámetros límites (mm)
Arenas muy gruesas	2.00 a 1.00
Arenas gruesas	1.00 a 0.50
Arenas media	0.50 a 0.25
Arenas muy fina	0.25 a 0.10
Limo	0.05 a 0.002
Arcillas	Menos de 0.002

Fuente: ORTIZ (1990).

#### b) Densidad aparente

Es la correspondencia que hay entre la masa y el volumen presentes en una muestra de suelo seca (105°C), esta característica nos permite conocer las condiciones que presenta el suelo como la compactación, presencia de agua y oxígeno, porosidad. Los suelos con una densidad aparente baja ( $D_{sd.ap} < 1.3 \text{ kg dm}^{-3}$ ) indican que existe altos niveles de porosidad en el suelo, además es considerado un parámetro fundamental para determinar la calidad del suelo (FAO, 2009)

Según Salamanca (2005) menciona que a niveles altos de densidad aparente disminuye el porcentaje de porosidad en el suelo, afectando la disposición de agua, oxígeno, la penetrabilidad de raíces.

Tabla 2: Rangos para la Interpretación para densidad Aparente

Textura	Ideal (g/cm <sup>3</sup> )	Aceptable (g/cm <sup>3</sup> )	Afección de crecimiento radicular (g/cm <sup>3</sup> )	Reduce el crecimiento radicular (g/cm <sup>3</sup> )
Arena; areno franco	Dsd.ap < 1.6	1.6 ≤ Dsd.ap < 1.69	1.69 ≤ Dsd.ap < 1.80	Dsd.ap > 1.80
Franco-arenosa, franco	Dsd.ap < 1.4	1.4 ≤ Dsd.ap < 1.63	1.63 ≤ Dsd.ap < 1.80	Dsd.ap > 1.80
Franco arcilla arenosa, franco arcilloso	Dsd.ap < 1.4	1.4 ≤ Dsd.ap < 1.60	1.60 ≤ Dsd.ap < 1.75	Dsd.ap > 1.70
Limosa	Dsd.ap < 1.3	1.3 ≤ Dsd.ap < 1.60	1.60 ≤ Dsd.ap < 1.75	Dsd.ap > 1.75
Franco limosa, franco arcillo limosa	Dsd.ap < 1.4	1.4 ≤ Dsd.ap < 1.55	1.55 ≤ Dsd.ap < 1.65	Dsd.ap > 1.65
Arcillo-arenosa, arcillo-limosa	Dsd.ap < 1.1	1.1 ≤ Dsd.ap < 1.39	1.39 ≤ Dsd.ap < 1.58	Dsd.ap > 1.58
Arcillosa (<45%, arcilla)	Dsd.ap < 1.1	1.1 ≤ Dsd.ap < 1.39	1.39 ≤ Dsd.ap < 1.47	Dsd.ap > 1.47

Fuente: SAGARPA (2012).

### c) Temperatura

La temperatura del suelo es un valor fluctuante y se encuentra sujeto a condiciones como: la cantidad de radiación solar, Estación y condiciones atmosféricas, El color del suelo, cobertura del suelo, Materia orgánica, humedad y composición y textura, la temperatura condiciona la absorción de fósforo, procesos bióticos, químicos y germinación de la planta (Laserna, 2018).

### d) Color

El color es una propiedad que presenta una relación directa con la movilidad del agua en el suelo, dinámica de los elementos, la temperatura, contenido de materia orgánica y organismos, el color permite conocer otras características del suelo asimismo permite deducir los procesos y fenómenos que han ocurrido en el suelo a través del tiempo y en épocas actuales (Carbajal, 1997).

### 2.2.1.1. Propiedades Químicas

#### e) pH

El potencial de hidrógeno (pH) también conocido como menos logaritmo de la actividad de  $H^+$ , interviene de forma directa a la imbibición, solubilidad y disposición de nutrientes que permite el adecuado desarrollo de los vegetales. El pH afecta a elementos como el Fósforo, potasio ( $K^+$ ), Calcio ( $Ca^{2+}$ ), Magnesio ( $Mg^{2+}$ ), Hierro (Fe), Manganeso, Zinc y Cobre, afecta a la Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y al porcentaje de saturación de bases. Las regiones con abundancia de precipitaciones generan el lavado de bases teniendo como resultado la acidificación del Suelo ( $4 < pH < 6.5$ ), disminuyendo la solubilidad del fósforo debido a la presencia de Carbonato de calcio (SAGARPA, 2012).

Según Molina y Rojas (2005), indican que los reducidos niveles de pH en el suelo alteran las propiedades químicas y biológicas, disminuyendo la disposición de nutrientes principales como el potasio ( $K^+$ ), Calcio ( $Ca^{2+}$ ), Magnesio ( $Mg^{2+}$ ) y Fósforo (P), teniendo como consecuencia la reducción de vegetales y la proliferación de Aluminio ( $Al^{3+}$ ) y Manganeso (Mn).

Tabla 3: Rangos de Interpretación para el pH (relación 2:1)

Clase	Potencial de Hidrógeno
Fuertemente ácida	$pH < 5.0$
Moderadamente ácida	$5.0 \leq pH < 6.5$
Neutro	$6.5 \leq pH < 7.3$
Moderadamente alcalina	$7.3 \leq pH < 8.5$
Fuertemente alcalina	$pH \geq 8.5$

Fuente: SAGARPA (2012).

#### f) Materia Orgánica

La materia orgánica es el conjunto de compuesto de origen biológico presentes en el suelo, el material originario se constituye principalmente por los residuos de las plantas (Fassbender, 1975). La disgregación de residuos orgánicos da origen al humus mediante la formación compleja de macromoléculas coloidales a base de minerales, azúcares, proteínas, etc. que se encuentran en un estado de degradación y síntesis constante, la producción de moléculas coloidales generado por el humus en unión a los minerales arcillosos da origen a los complejos órgano-minerales de carga negativa, permitiéndoles la imbibición de iones de Hidrógeno ( $H^+$ ), cationes metálicos como el potasio ( $K^+$ ), Calcio ( $Ca^{2+}$ ), Magnesio ( $Mg^{2+}$ ) y

sodio ( $\text{Na}^+$ ) realizando intercambios de forma irreversible. El rol más importante es permitir el desarrollo de las plantas ya que presentan efectos directos e indirectos en la disposición de nutrientes como el N, P, K, y S, siendo la fuente de energía principal de los microorganismos que fijan N. Sus alcances en las características físicas es mejorar la Estructura del suelo, labranza, aireación y la humedad, aumentando la capacidad amortiguadora del suelo y disminuyendo la erosión.

Tabla 4: Rangos de interpretación para el contenido de Materia Orgánica

Clasificación	% MatOrg
Muy bajo	$\text{MatOrg} < 0.5$
Bajo	$0.5 \leq \text{MatOrg} < 1.5$
Medio	$1.5 \leq \text{MatOrg} < 3.5$
Alto	$3.5 \leq \text{MatOrg} < 6$

Fuente: SAGARPA (2012).

### g) Nitrógeno Total

La Principal fuente de Nitrógeno se encuentra en la atmósfera, este nitrógeno atmosférico solo puede estar a disposición de las plantas, si los microorganismos realizan el proceso de Fijación de N. Gran porcentaje (más del 90%) de Nitrógeno presentes en el suelo se encuentran formando compuestos orgánicos (forma orgánica), que solo pueden ser aprovechadas por las plantas si realizan el proceso de Mineralización (Sánchez, 2007), el resto se encuentra retenida por las arcillas en forma aniónica ( $\text{NO}_3^-$ ) y catiónica ( $\text{NH}_4^+$ ), La forma aniónica del Nitrógeno ( $\text{NO}_3^-$ ) puede ser absorbida ya que es muy móvil y fácil de lavarse con las lluvias (SAGARPA, 2012). El exceso N presente en el suelo es considerado como una de las principales causas de la acidificación y salinización del suelo. En condiciones naturales la acidificación de los suelos es un proceso lento que tomaría entre cientos de años (Guo et al., 2010), sin embargo, las actividades antropogénicas como las prácticas agrícolas siendo más específico la Fertilización excesiva con N, aceleran considerablemente este proceso reduciendo un 0.26 unidades promedio de pH en variados usos de Suelos (Lucas et al., 2011).



Tabla 5: Rangos de Interpretación del nitrógeno total

Clasificación	N total (%)
Muy bajo	N Total < 0.05
Bajo	$0.05 \leq N \text{ Total} < 0.10$
Medio	$0.10 \leq N \text{ Total} < 0.15$
Alto	$0.15 \leq N \text{ Total} < 0.25$
Muy alto	N Total $\geq 0.25$

Fuente: SAGARPA (2012).

### h) Conductividad Eléctrica

Barbaro *et al.* (2013) menciona que la conductividad eléctrica se genera por las sales presentes en el suelo, cuando entran a una etapa de solución, tienen la capacidad de conducir corriente eléctrica, esta concentración de sales solubles se mide en dS/cm.

Tabla 6: Rangos de interpretación para la Conductividad Eléctrica

Rango de Salinidad	CE (dS/cm)
Baja	< 1.0
Ligeramente moderadamente	1 a 2
Suelo salino	2 a 4
fuertemente salino	4 a 8
Muy fuertemente salino	8 a 16
	$\geq 16$

Fuente: Barbaro *et al.* (2013).

### i) Fósforo Intercambiable

SAGARPA (2012) menciona que el fósforo se encuentra presente en constituyentes de fosfatos, estos se originan a partir de ácidos fosfóricos, la disposición para la planta es esencial, sin embargo, está sujeto a el tipo y grado de solubilidad del suelo. Los bajos niveles de solubilidad causa deficiencia en la disposición de la planta, ya que pueden absorber el fosforo en forma de fosfatos de origen ácida, la materia orgánica influye en el contenido total de fósforo en los suelos ya que, si aumenta, se tendrá una mayor cantidad y disposición de fósforo orgánico. Los fosfatos de origen ácida (ácido fosfórico,  $H_3PO_4$ ) se encuentran generalmente en forma orgánica e inorgánica, en los orgánicos encontramos a los fosfatos de inositol, ácidos nucleicos y fosfolípidos, en los inorgánicos encontramos a los fosfatos de calcio ( $Ca^{2+}$ ), aluminio ( $Al^{3+}$ ), hierro ( $Fe^{2+}$ ), y manganeso ( $Mn^{2+}$ ) siendo frecuentes en suelos ácidos (Bornemisza ,1982).

Tabla 7: Rangos de Interpretación para el fósforo Intercambiable

Rango	Fosforo intercambiable (mg/kg)
Bajo	$P_{inter} < 5.5$
Medio	$5.5 \leq P_{inter} < 11$
Alto	$P_{inter} \geq 11$

Fuente: SAGARPA (2012).

### j) Cadmio

El cadmio disponible tiene un peso atómico 112.41 g/mol y es conocido por su fácil movilidad en el ambiente acuático, son persistentes en el ambiente y bio acumulativo, están presentes en aguas superficiales y subterráneas además tiende acumularse en el suelo, presenta altos niveles de toxicidad y se encuentra relacionado como un elemento contaminante para el ambiente, la existencia de Cadmio (Cd) en el suelo se justifica por naturaleza móvil, su fácil transporte y distribución en los ecosistemas, su dinámica se define por los procesos de adsorción y desorción que se encuentran sujetos a la forma en que se presenta el metal y en las condiciones del medio (Jiménez, 1995).

El estándar de calidad ambiental para el suelo indica que en suelos agrícolas los niveles de Cadmio no deben ser no mayor a 1.4 ppm (ECA-PE, 2017).

### k) Potasio disponible

El potasio disponible es el elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, debido a que es responsable de la activación de un gran número de enzimas que participan en procesos como la síntesis de carbohidratos y en la fotosíntesis, contribuyen en el proceso de fructificación, maduración y calidad de los frutos (Ramos, 2003).

Tabla 8: Rangos de interpretación para el Potasio disponible

Rango	Potasio disponible (ppm)
Bajo	$K_{disp} < 120$
Medio	$120 \leq K_{disp} < 140$
Alto	$140 \geq K_{disp}$

Fuente: Laboratorios de la UNAS

### l) Capacidad de Intercambio Catiónico

La Capacidad de intercambio catiónico se conceptualiza como el número máximo de Cationes de todo tipo ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Al}^{3+}$ ), las fuerzas de la carga positiva varían en función al catión, generando la sustitución de un catión con una partícula de suelo que posee electrones negativos, siendo un coloide de origen orgánico u inorgánico.

Según SAGARPA (2012), indica que los elevados niveles de la materia orgánica influyen en la capacidad de intercambio entre cationes del suelo en especial cuando presentan altos niveles de degradación.

Según Sánchez (1981), indica que la capacidad de intercambio entre cationes condiciona y contribuye a las mejoras estructurales del suelo, favoreciendo a la actividad microbiana y consigo a la fertilidad del suelo, mejora la aireación, retención de agua y presenta la necesidad de contar como mínimo con  $7 \text{ Cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ , para captar todos cationes presentes contra la lixiviación.

#### m) Sodio intercambiable

El sodio intercambiable es un nutrimento que pueden ser acumulados en tallos, troncos y raíces de las plantas, se manifiesta en las hojas mediante la presencia de manchas necróticas intervenales, en el caso de exceso pueden provocar que no se absorban cationes esenciales como potasio, sodio y magnesio intercambiable (SAGARPA, 2012)

Rango	Sodio Intercambiable ( $\text{Cmol}(+)\text{kg}^{-1}$ )
Muy bajo	$\text{Na inter} < 0.3$
Bajo	$0.3 \leq \text{Na inter} < 0.6$
Normal	$0.6 \leq \text{Na inter} < 1$
Alto	$1 \leq \text{Na inter} < 1.5$
Muy Alto	$\text{Na inter} \geq 1.5$

Fuente: SAGARPA (2012)

#### n) Potasio Intercambiable

El potasio, fósforo y nitrógeno son los nutrientes con mayor demanda por las plantas, el suelo puede absorberlos en forma de catión ( $\text{K}^+$ ), que se encuentran ubicados en las arcillas donde su cantidad y disposición está sujeto a la liberación del potasio intercambiable en solución. La mayoría de los cultivos necesitan niveles altos de Potasio para su óptimo crecimiento, sin embargo, algunas características del suelo como el tipo de arcillas, pH,

temperatura, humedad, lixiviación, etc, pueden ocasionar una disminución en los niveles de Potasio en el Suelo (SAGARPA 2012).

Tabla 9: Rangos de interpretación del potasio (K).

Rango	Potasio intercambiable (Cmol(+).kg <sup>-1</sup> )
Muy bajo	K inter < 0.2
Bajo	0.2 ≤ K inter < 0.3
Medio	0.3 ≤ K inter < 0.6
Alto	K inter ≥ 0.6

Fuente: SAGARPA (2012).

#### o) Magnesio Intercambiable

SAGARPA (2012), refiere que el magnesio (Mg) es de gran importancia y particularidad ya que es un elemento que se encuentra en la molécula de clorofila y se encuentra relacionado con la fotosíntesis. Los suelos arenosos que presentan una reducida capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los ácidos (niveles de pH bajos), tienen un bajo nivel de magnesio

Tabla 10: Rangos de Interpretación del Magnesio (Mg).

Rango	Magnesio intercambiable (Cmol(+).kg <sup>-1</sup> )
Muy bajo	Mg inter < 0.5
Bajo	0.5 ≤ Mg inter < 1.3
Medio	1.3 ≤ Mg inter < 3.0
Alto	Mg inter ≥ 3.0

Fuente: SAGARPA (2012).

#### p) Calcio Intercambiable

Los Cationes intercambiables de Calcio, se encuentran relacionados con el deterioro del suelo generado por fenómenos de salinización, se encuentra presente y disponibles en diversas formas químicas de baja solubilidad y presenta una afinidad por los suelos semiáridos, por lo tanto, la disposición soluble del calcio en el suelo es baja, además en las regiones con abundancia de precipitaciones mediante lixiviación y extracción de cultivos se puede generar pérdidas de bases, disminuyendo los niveles de pH en el suelo (Sagarpa, 2012).

Tabla 11: Rangos de Interpretación del (Ca).

Nivel	Calcio intercambiable (Cmol <sup>(+)</sup> ·kg <sup>-1</sup> )
Muy bajo	Ca inter < 2
Bajo	2 ≤ Ca inter < 5
Medio	5 ≤ Ca inter < 10
Alto	Ca inter ≥ 10

Fuente: SAGARPA (2012).

### q) Índice de Calidad del Suelo

Marcelo (2017), mencionan que como propuesta de representar la Calidad del Suelo se tiene que tener en consideración los indicadores de que definen a la calidad del suelo para obtener un mínimo de indicadores en conjunto (CMD), donde todos los parámetros analizados y mediante un modelo de componentes principales, se determinaran el aporte de cada parámetro a la calidad, esto se contrastó con la variabilidad que presenten cada parámetro con la finalidad adaptar la fórmula del índice de calidad normalizada en el que mediante un coeficiente de puntuación por cada factor y la media de cada indicador se determinó el índice de calidad normalizada.

$$\text{Índice de calidad normalizada} \left( \frac{Q}{N} \right) = \sum w_i * C_s \quad (1)$$

Donde:

W<sub>i</sub>: Indicador seleccionado

C<sub>s</sub>: Coeficiente de puntuación.

Tabla 12: Rangos Interpretativos para el Índice calidad de Suelos

Valor Índice Calidad del Suelo (InCS)	Calidad del Suelo
0.0-0.25	Deficiente
0.26-0.5	Regular
0.51-0.7	Buena
0.71-0.9	Muy buena
0.91-1.0	Excelente

Fuente: Marcelo (2017)

### **2.2.1.2. Propiedades Biológicas del Suelo**

#### **r) Densidad de Macrofauna**

Las elevadas tasas de densidad de macrofauna en el suelo se encuentran en los estratos superficiales de los suelos aproximadamente de 0-10 cm, algunas características físicas del suelo y ambiente como la humedad, hojarasca, temperatura favorecen en distribuir y aumentar la abundancia de los macroinvertebrados en el suelo. Las bajas tasas de densidad de macrofauna se pueden apreciar cuando se incrementa la profundidad, pero existen grupos de macroinvertebrados que habitan los grados más profundos del suelo (Wellinton, 1995).

#### **s) Biomasa de Macrofauna**

Es una operación matemática que se determina mediante la Densidad de Macrofauna en el cual los puntos determinados para la densidad fueron multiplicados por un factor número con la finalidad de poder determinar los Gramos de macrofauna por metro cuadrado (Correia Y Oliveira, 2000).

### **2.2.2. Uso de Agroquímicos en Suelos de Cultivos de Cacao**

El deterioro del suelo como las alteraciones a las principales propiedades fisicoquímicas en cultivos de Cacao están asociados al ciclo biológicos y geoquímicos que son alterados por actividades humanas (antropogénicas) como las actividades industriales, las malas prácticas agrícolas, transporte, etc. (Martínez et al., 2010).

Las actividades humanas liberan de 3-10 veces el Cd al suelo y ambiente, siendo mayor a la liberación por procesos naturales, la contaminación generada por metales pesados en el suelo durante los últimos años aumentó considerablemente por la expansión industrial como la fundición de metales, la minería, el uso y quema de combustible fósil, en el área agrícola el uso intensivo de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas (Rodríguez et al., 2008; Subero, 2013)

### **2.2.3. Contaminación de Suelos por Agroquímicos en Cultivos de Cacao**

La aplicación directa de plaguicidas como el metomil, dimetoato, endosulfan, imidacloprid, herbicidas como fuego, Rango o glifoklin, Fertilizantes como el Humato, para el cultivo de cacao, presentan altas tasas de adsorción al suelo por sus complejos constituyentes, la principal característica del suelo que permite la formación de enlaces con diversos tipos de contaminantes es la materia orgánica, además uno de los mecanismos principales para la retención de plaguicidas en el suelo es la adsorción (González, 2008).

Según Gastañaga (1996), dice que la contaminación del suelo generada por agroquímicos es de interés común, ya que, algunos contaminantes de naturaleza móvil son transferidos del suelo a órganos vegetales, a los animales que se alimentan de pastizales adhiriéndose en tejidos adiposos y con el tiempo la bioacumulación será un peligro en la industria alimentaria.

#### **2.2.4. Efectos de los Agroquímicos en las componentes fisicoquímicas y biológicas del Suelo**

El suelo es considerado un sistema biológico, heterogéneo y dinámico que está constituido por componentes físicos, químicos, biológicos, para poder evaluar su calidad es necesario medir sus propiedades físicas químicas y Biológicas (Luters y Salazar, 1999). la calidad del suelo se conceptualiza como la suficiencia para desempeñarse y desarrollarse dentro los límites de un ecosistema natural o artificial, consiguiendo el crecimiento y desarrollo de diferentes especies vegetales y animales, contribuye a la depuración del aire, agua y por lo tanto la salud humana (Doran y Parkin, 1994).

Según Ibarra Y Encina (2000), indica que los suelos con menos de cinco años de uso en actividad agrícola presentan altos niveles en el contenido de materia orgánica y elementos como el calcio, magnesio, potasio y sodio en comparación a suelos con más de cinco años de uso. Suelos con menos de cinco años de uso en actividades agrícolas presentan menor densidad aparente en comparación a suelos con mayor a cinco años de uso.

#### **2.2.5. Cultivos de Cacao**

El cacao (*Theobroma cacao*), tiene sus orígenes en los bosques húmedos tropicales, se encuentra mayormente en América del Sur, las almendras sirven de materia prima para la industria de chocolate, fabricación de cosméticos, fármacos su desarrollo depende de factores como la calidad del suelo, el clima, el germoplasma y manejo (Mejía, 2005). El rendimiento promedio del cacao según su ciclo de vida comienza de 2-4 años, la producción crece de manera constante de 8-10 años, la producción se estabiliza entre 11-15 años, estabilizándose hasta los 30-35 años, la producción empieza a disminuir a los 36-45 años y la disminución de manera acelerada de 46-60 años.

##### **2.2.5.1. Clasificación Taxonómica**

Según Benito (1991) y Lizano (1992), la clasificación sistemática del cacao (*Theobroma cacao*) es:

Reino : Vegetal

División	:	Spermatophyta
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledónea
Subclase	:	Archychlamydeae
Orden	:	Malvales
Familia	:	Sterculiáceas
Tribu	:	Bitnerieas
Género	:	Theobroma
Especie	:	Theobroma cacao.

#### **2.2.5.1. Clima y Suelo**

Los cultivos de Cacao se desarrollan en suelos constituido por bosques tropicales, los factores más importantes que permiten su desarrollo son la temperatura y precipitación. Las temperaturas promedio anuales para el desarrollo y crecimiento óptimo del cada se establece en rangos máximos de 30-32 °C y mínimas de 18-21 °C y las precipitaciones promedio anuales para su correcto desarrollo con tres meses de sequía es 1500-2000 mm, para lugares con un promedio de precipitación de 100 mm mensuales, el principal factor para el crecimiento del cacao es la humedad relativa, en los lugares de alta producción de cacao por el día puede alcanzar hasta el 100% y por las noches de 70-80% (ICCO, 2009).

El tipo de suelo adecuado son los francos arenosos ya que permiten retener el agua en temporadas de sequía, facilita el drenaje, no dificulta la penetración de las raíces como el caso de los suelos arcillosos para el óptimo desarrollo de las raíces es necesario tener altos contenidos de materia orgánica que varía de 3.5% en 15 cm de suelo superficial, la adaptación del cacao al suelo sin condiciones óptimas puede disminuir la productividad (Gómez, 2002).

#### **2.2.6. Agroquímicos**

Gomero (1990) indica que existen dos grupos bien conocidos en el que se dividen en los agroquímicos, los fertilizantes y los plaguicidas que cumplen el rol de disponer nutrientes sintéticos al suelo en el caso de fertilizantes y de eliminar plagas en los diferentes cultivos entre ellos los herbicidas, fungicidas, insecticidas, entre otros.

Los agroquímicos son sustancias que tienen como finalidad proteger y asegurar la cosecha de los cultivos combatiendo agentes patógenos entre parásitos y enfermedades de las plantas (Dorronsoro, 2006).

Tabla 13: Origen de Agroquímicos







Tipos de agroquímicos	
Fertilizantes	Fertilizante nitrogenado Fertilizantes fosfatados Fertilizantes potásicos Fertilizantes compuestos Fertilizantes con calcio Fertilizantes con azufre Fertilizantes con magnesio
Plaguicidas	Según el organismo que se quiere combatir: Insecticidas Acaricidas Nematicidas Rodenticidas Bacteriostáticos Fungicidas Herbicidas Según su grupo químico: Compuestos organoclorados Compuestos organofosforados Carbamatos Piretroides y piretrinas Tiocarbamatos Compuestos órganomercuriales Triazinas Compuestos órganoestannicos Derivados del ácido fenoxiacético y bipiridilos Derivados cumarínicos

Fuente: Dorrnsoro (2006).

### 2.2.7. Categoría Toxicológica

MADR (2006) indica que, la clasificación en función al color de la banda o etiqueta de los plaguicidas ayuda comprender la procedencia de los Agroquímicos y su toxicidad que genera al ambiente y a la salud del operario. Tabla 14: Clase Toxicológica de Plaguicidas

Clase toxica	Niveles de toxicidad	Color de la etiqueta
I	Peligro Extremo	
II	Peligro Alto	
III	Peligro Mediano	
IV	Peligro ligero	

Fuente: Corra (2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de Ejecución

La investigación se ejecutó en el distrito de Luyando.

##### 3.1.1. Ubicación Política de la Zona de Estudio

Región : Huánuco  
Provincia : Leoncio Prado  
Distrito : Luyando

##### 3.1.2. Ubicación Geográfica de la Zona de Estudio

Sector : ----  
Latitud : 9° 18' 0''  
Longitud : 73° 3' 33''  
Altitud : 658

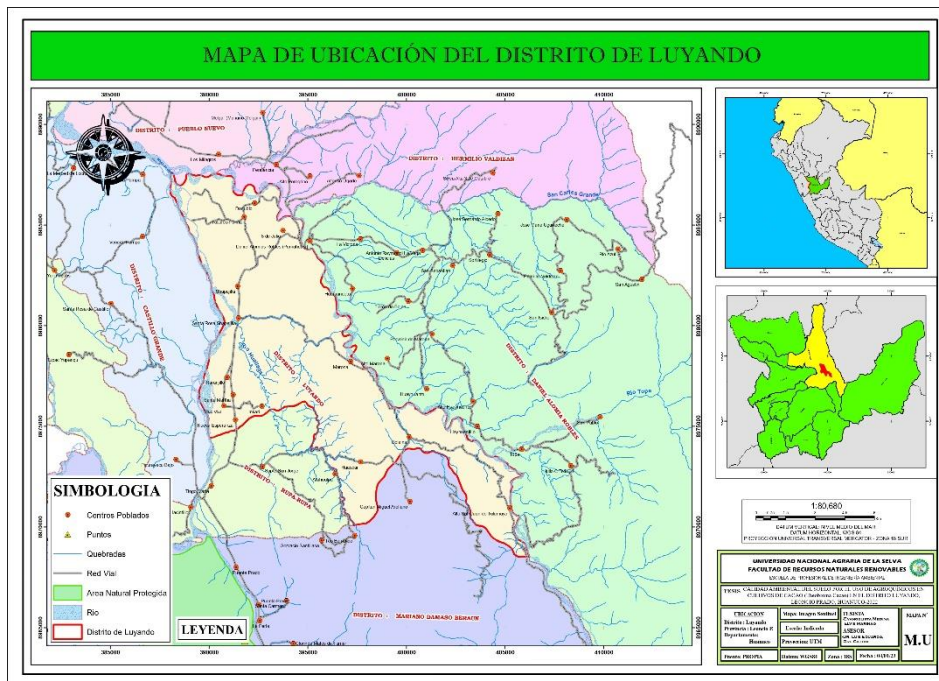


Figura 1: Ubicación Política del Distrito de Luyando

##### 3.1.3. Características de la Zona

###### 3.1.3.1. Clima

El distrito de Luyando es considerado por tener un clima de tipo muy lluvioso, cálido y muy húmedo durante todo el año con una oscilación en la temperatura mínima de 17-21°C y la

máxima de 29-31°C, las precipitaciones promedias anuales pluviales son de 2100-5000 mm y de manera proporcional presenta una humedad relativa de 80-90% entre los meses de noviembre y mayo generalmente en temporada de invierno (SENAMHI 2022).

### **3.1.3.2. Suelos**

El distrito de Luyando presenta suelos aluviales bajas donde se permite el crecimiento de cultivos como el arroz, maíz, plátano y el Cacao, este último siendo el más frecuente en todo el territorio del distrito, las características que presentan son de textura franco arenoso y arcillo en las zonas bajas y altas del distrito, presentan una capacidad de intercambio catiónico de 9.5%, pH de 6 en la zona baja y en el alta 5.5 (Dirección de Medio Ambiente – PEAH, 2018)

### **3.1.3.3. Hidrología**

El distrito de Luyando presenta como principal cuenca hidrológica al Río Tulumayo con una distribución de tipo detrítico, su origen de formación se remonta en la cordillera a unos 1020 msnm, presenta una red de drenaje con desniveles y tramos cortos.

### **3.1.3.4. Vegetación**

La flora presente en el distrito de Luyando se encuentra condicionada por factores y actividades humanas que definen el número de especies y la frecuencia estas, los impactos generados por las agrícolas, interés de investigación, las malas prácticas agrícolas y el uso intensivo de agroquímicas causa degradación en los ecosistemas ecológicos, la flora y se acelera con el mal uso de agroquímicos, como resultado se observó y determino una disminución en la presencia de especies de flora en el área de estudio.

### **3.1.3.5. Zona de Vida**

HOLDRIDGE (2000), indica el distrito de Luyando, dentro de su territorio presenta bosques muy húmedo Premontano Tropical y bosques húmedos tropicales por estar dentro de la Cuenca del Alto Tulumayo, el promedio de precipitaciones varia de 1000-5000 mm, las modificaciones geológicas generados por las actividades agrícolas tiene aproximadamente 30 años.

### **3.1.3.6. Accesibilidad**

Mediante la carretera 18-A Fernando Belaunde Terry desde la ciudad de tingo María a una distancia de 13.9 Km se puede llegar al distrito de Luyando.

## **3.2. Materiales y Equipos**

### **3.2.1. Materiales de Campo**

Guantes de Cuero, Botas de goma, Costales, Pala recta, Pala plana, pico, machete, Wincha con alcance de 50 metros, tabla Munsell, termómetro, barreno (tubo muestreador), bolsas herméticas, espátulas, navajas, lápices, marcadores y etiquetas, bolsas de polietileno, cooler, frascos de vidrio con tapa hermética, poseadora, martillo, borrador, mascarilla KN-95, libreta de Campo.

### **3.2.2. Materiales de Laboratorio**

Espátula, B-11 (rack de polietileno de 11 frascos), Dispensador de laboratorio de 25 ml, Probeta de graduación única de 1000 ml, hidrómetros o densímetros de suelos, Varilla de Agitación, Cilindro Graduado, pipeta, taras de aluminio, pipeta volumétrica de 20 o 25 cm<sup>3</sup>, matraz de 250 ml, tubos durkam de 10 a 75 mm, alcohol al 80%, solución salina 0.85% estéril, espátula, embudos de vidrio, tubos de ensayo, placas Petri, vaso precipitado de 50 ml, fiolas o balón aforado de 100 cm<sup>3</sup> y 300 cm<sup>3</sup>, Rejillas, Dispensador de laboratorio capaz de dispensar 25 ml, vasos Beaker de 100 ml, Ficha técnica de laboratorio.

### **3.2.3. Equipo de Campo**

Cámara fotográfica digital marca SONY-Cyber-shot DSC-W800, GPS marca GARMIN 62s Etrex,.

### **3.2.4. Equipo de Laboratorio**

Agitador de muestras, Cronometro con segundero, Estufa, Balanza analítica, pH-metro de mesa o portátil, Balanza Electrónica, Agitador de muestras (para 11 muestras), Valorador o titulador automático, Balanza técnica (0.01 g), Equipo de digestión micro Kjeldahl, Equipo de destilación micro Kjeldahl, de Absorción o Emisión atómica con lámpara de Potasio. Espectrómetro UV-Visible capaz de leer a 670 nm y con ancho de banda de 1 nm y celda de muestra de 1 cm, Bureta de cero automática de 0.05 ml de precisión.

### **3.2.5. Reactivo de Laboratorio**

Solución de Hexametáfosfato de sodio al 10%. Alcohol amílico, Agua desionizada, Agua destilada, : Buffer de calibración de pH de 4.01, Buffer de calibración de pH de 7.00, Buffer de calibración de pH de 10.01, Dicromato de Potasio 1 N. Ácido sulfúrico concentrado. Solución de sulfato ferroso 0.5 N, Sulfato de potasio-mezcla catalizadora, ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Ácido bórico 2 % (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), Hidróxido de sodio 10 N (NaOH), Ácido clorhídrico 0.2 N (HCl), Acetato de amonio a 1 Normal, pH 7, Bicarbonato de Sodio 0.5 M pH 8.5, Tartrato de antimonio y potasio (KSbOC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>.1/2H<sub>2</sub>O), Carbón activado (lavado) Ácido sulfúrico,

Ácido ascórbico, Molibdato de amonio  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$  Hidróxido de sodio (NaOH), EDTA sal disódica 0.05 M, : Acetato de Amonio 1 N (pH=7.0), Etanol de 90 °GL (comercial), Reactivo de Nessler A, Indicador de Fenolftaleína 0.1%, Formaldehído al 37% Hidróxido de Sodio 0.1 N, Cloruro de Sodio al 10%, Ácido Acético, Hidróxido de Amonio Oxido de Lantano 0.5 N, Alcohol, formol.

### **3.2.6. Programas**

Software ArcGIS, Envi 5.3, Software QGIS 3.4.2., Software Microsoft Word y Microsoft Excel, Google Earth Pro, Software Rstudio.

## **3.3. Criterio y Análisis de Estudio**

### **3.3.1. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación es explicativo relacional porque busca explicar como los agroquímicos usados frecuentemente en suelos con cultivo de Cacao causan efectos negativos en los parámetros físicos, químico y biológicos del suelo, asimismo, se busca determinar la relación que existe entre los diferentes parámetros medidos en suelos donde se utiliza agroquímicos y como influye en el índice de calidad del suelo.

### **3.3.2. Tipo de Investigación**

Es un tipo de Investigación aplicada porque se basa en la aplicación de Conocimientos previamente desarrollados teóricamente, en el presente trabajo se usó el conocimiento científico existente sobre la contaminación de Suelos de Cultivos de Cacao, generados por agroquímicos, con la finalidad de plantear soluciones a la contaminación química y consigo la baja calidad presente en los suelos de Luyando, mediante recomendaciones. Sirviendo como una herramienta de gestión para la prevenir y reducir la degradación de los principales componentes suelos en cultivo de Cacao.

### **3.3.3. Método de Investigación**

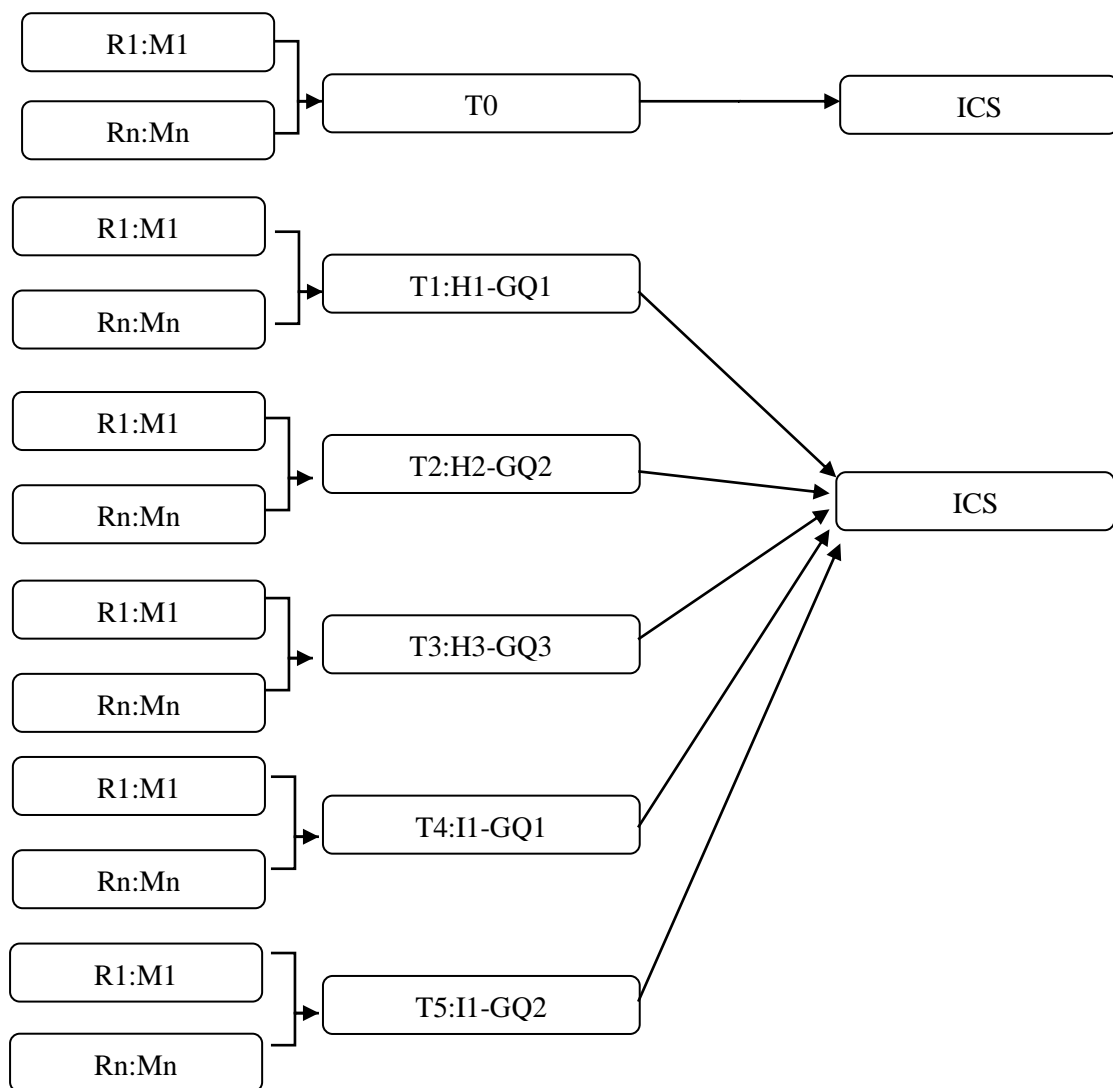
Este trabajo de investigación corresponde al método de investigación experimental donde se comprobará la hipótesis de que el uso de Agroquímicos en los cultivos de Cacao (*Theobroma cacao*), afecta significativamente el índice de calidad en función de sus parámetros fisicoquímicos y biológicos del suelo, mediante un análisis de componentes principales, se tendrán grupos testigos (parcelas de cacao donde no aplican agroquímicos) y grupos experimentales (parcelas que utilizan un grupo químico diferente de agroquímicos).



Población	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
AROQUÍMICOS EN SUELOS DE CACAO	El cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ), está presente en los bosques húmedos tropicales. El rendimiento promedio del cacao en la última década depende mucho de los agroquímicos y de según su ciclo de vida de 2-4 años, la producción crece de manera constante de 8-10 años, la producción se estabiliza entre 11-15 años, estabilizándose hasta los 30-35 años, la producción empieza a disminuir a los 36-45 años y la disminución de manera acelerada de 46-60 años, esto puede estar influenciada por la contaminación química del suelo generada por el uso intensivo de agroquímicos.	La clasificación de los terrenos del cultivo fue en función al grupo químico de los agroquímicos (herbicidas, insecticidas) más utilizado en cada parcela independientemente de la variedad de cacao (CCN-51, Aromático, Criollo) y mediante previa consulta a los agricultores, de igual forma se tendrá parcelas donde no se aplican ningún tipo de agroquímicos como grupo de control.	1. Herbicidas	Grupo químico 1 Grupo químico 2 Grupo químico 3 Grupo químico 4 . . . . Grupo químico n
			2. Insecticidas	Grupo químico 1 Grupo químico 2 Grupo químico 3 Grupo químico 4 . . . . Grupo químico n
			3. Testigo (Parcela de Control)	Parcela Testigo 1 Parcela Testigo 2 . . . . Parcela Testigo n

### 3.3.5. Diseño de Investigación

El diseño de Investigación del proyecto es de tipo experimental aleatorizados, constituido por 4 tratamientos, 1 testigo y las repeticiones de cada tratamiento dependerá del tipo de tratamiento más utilizado en el distrito de Luyando, se presentará un total de 41 unidades experimentales (Parcelas evaluadas), presenta una categoría transversal o transeccional para los diferentes parámetros influyentes en el objeto de estudio y en vista que los datos fueron recolectados en un momento dado, haciendo un corte y siendo controlada en el tiempo.



Tratamiento Testigo T0: Parcelas donde no aplican Agroquímicos, Tratamiento 1 T1:H1-G1:Parcelas con Herbicidas y Grupo funcional 1 ,  
 Tratamiento 2 T2:H2-G2 :Parcelas con Herbicidas y Grupo funcional 2, Tratamiento 3 T2:H3-G3 :Parcelas con Herbicidas y Grupo  
 funcional 3, Tratamiento 4 T3:I1-G1 :Parcelas con Insecticida y Grupo funcional 1, Tratamiento 5 T4:I2-G2: Parcelas con Insecticida y  
 Grupo funcional 2, Repeticiones R1:M1-Rn: Mn : Repetición1:Muestra1 – Repetición enésima, Índice ICS: Índice de Calidad del suelo

Figura 2:Diseño de investigación Experimental



### 3.3.6. Población y Muestra

El distrito de Luyando cuenta 488.60087 hectáreas con cultivo de Cacao (CNN-51, Aromático y Criollo). Esta información se determinó mediante una clasificación supervisada realizada en todo el distrito de Luyando. Para determinar el número de muestra se tomó 5 puntos pilotos de muestreo, se calculó la variabilidad de 4 parámetros que definen a la calidad del suelo, como son la Materia orgánica (%), Nitrógeno (%), Conductividad eléctrica(dS/cm) y como parte del estándar de calidad para suelos, el Cadmio (Cd), se obtuvo una variabilidad promedio que se utilizó para determinar el tamaño muestral para una población conocida o finita empleando la siguiente formula estadística.

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * C.V^2}{d^2(N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * C.V^2} \quad (2)$$

Donde:

Tamaño de la Población	N	488.60087
Error Alfa	$\alpha$	0.05
Nivel de Confianza	$1-\alpha$	0.95
Valor Tabular	$Z(1-\alpha/2)$	1.96
Coefficiente de Variación	$C.V$	0.169
Precisión	d	0.05
Tamaño de Muestra	n	41

El muestreo de investigación es de tipo probabilístico en su forma de muestreo aleatorio simple sobre rejilla regular para cada parcela de Cacao o también conocido como muestreo estratificado, consiste en dividir en estratos (1 Ha) a toda población (Área Total de Suelos con cultivo de Cacao), el área de parcelas estratificadas presentan variedades de cacao, en función al tiempo de pre - producción [0-3> Años y post - producción [3 A Más Años> que viene a ser mi población, donde se seleccionó las muestras en los estratos de forma aleatorizada, con la finalidad de determinar una muestra representativa del total de estratos (1 Ha) o población con cierta posibilidad de error y nivel de confianza, así como probabilidad.

### 3.3.7. Técnica e Instrumento de Recolección de Datos

Se realizó la técnica de observación en función al observador para la recopilación de datos luego se empleó el instrumento de la entrevista y la encuesta para la recaudación de datos y poder Identificar y determinar la ubicación y cantidad de parcelas destinadas al cultivo de Cacao, así mismo, conocer la frecuencia de uso de los agroquímicos más usados en el cultivo

de cacao, el cuestionario se utilizó como instrumento de recaudación de dato que se compondrán de acuerdo por preguntas relacionadas a la variable de medición y que fueron elaborados de acuerdo con los objetivos que se plantea en la investigación, luego se realizó el análisis e interpretación de las principales componentes fisicoquímicas y biológicas del suelo para determinar el índice de calidad, se utilizó la ficha técnica de campo y ficha técnica de laboratorio como instrumentos de recolección de datos.

### **3.3.8. Análisis de Datos**

Para analizar los datos recolectados en la encuesta y entrevista con el objetivo de describir, se utilizó las medidas de tendencia central y se representó en diagramas estadísticos, si en caso la variable sea categórica de naturaleza (ordinal o nominal) se empleó el diagrama de barras para representar los resultados de la encuesta.

Para interpretar los análisis de suelo emitidos por el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), con el objetivo de verificar, contrastar o probar la hipótesis, sí el uso de agroquímicos afecta significativamente a la calidad del suelo, es necesario que los resultados de las componentes fisicoquímicas y biológicas del suelo se contraste mediante el rango de calificación de índice de calidad para el suelo, por su naturaleza de variables numérica, así mismo, se realizó un análisis de componente principal y correlación de Pearson con el objetivo presentar el índice de calidad y el valor de los coeficiente de correlación, el trabajo se abstiene de explicar y concluir relaciones entre los propiedades evaluadas.

## **3.4. Metodología**

### **3.4.1. Identificar y clasificar los agroquímicos usados en el cultivo de cacao**

Para poder identificar y clasificar los agroquímicos más usados en el cultivo de Cacao se solicitó el padrón de agricultores a la municipalidad distrital de Luyando que nos permitió nuestra zona de interés, se utilizó el mapa de áreas de cultivo de cacao y el muestreo probabilístico sobre rejilla regular, se determinó la muestra representativa de toda la población para poder encuestar, para ello la encuesta elaborada fue aprobado a juicio de experto por un especialista, este instrumento nos permitió identificar el tipo de fertilizantes utilizados en la zona y consigo poder clasificarlos según su grupo funcional, por último se presentó los resultados con su respectivo análisis estadístico.

### 3.4.2. Identificación de la Zona de Estudio

Se descargó una imagen satelital Sentinel-2 con una resolución espacial de 10m de la plataforma Copernicus y una imagen pancromática CBRES-2A con una resolución espacial de 2m de la plataforma del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), mediante una combinación de bandas espectrales para longitud de onda S2A ( $\mu\text{m}$ ).

Tabla 16: Longitud de Onda para combinación de bandas de imágenes Sentinel -2.

<b>Nombre de Bandas</b>	<b>Longitud de Onda S2A (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Longitud de Onda S2B (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
Band 2 (Blue)	0.493	0.492
Band 3 (Green)	0.560	0.559
Band 4 (Red)	0.665	0.665
Band 5 (Red-Edge-1)	0.704	0.704
Band 6 (Red-Edge-2)	0.740	0.739
Band 7 (Red-Edge-3)	0.783	0.780
Band 8 (NIR)	0.833	0.833
Band 8A (Narrow-NIR)	0.865	0.864
Band 11 (SWIR-1)	1.614	1.610
Band 12 (SWIR-2)	2.202	2.186

Fuente: GeoGis

Se obtuvo una imagen satelital Sentinel-2 de una resolución de 2m., luego se realizó una clasificación supervisada para poder determinar las áreas que presentan cultivos de Cacao en el distrito de Luyando, en campo se realizó entrevistas en coordinación con los Agricultores propietarios, donde se obtuvieron información del tiempo aproximado de uso del suelo destinado a la producción de cacao, para desarrollo de la investigación es importante conocer parcelas de [0-3> Años (etapa de Pre - producción) y [3 a más Años> (Etapa de Post - producción), posterior se realizó una recorrido con el fin de verificar la información corroborada por los agricultores y por último se georreferenció las parcelas a objeto de investigación y se hizo las correcciones a mano alzada de todas las áreas de cacao .

### 3.4.3. Determinar las propiedades Físicas, Químicas del Suelo

#### 3.4.3.1. Muestreo de Suelos

Según MINAM (2014), las técnicas de muestreo superficiales correspondiente a una profundidad de 0 - 30 cm para suelos agrícolas, se realizó un muestro aleatorio simple sobre rejilla regular o muestreo estratificado para cada parcela de cacao, es decir, se sumó el área total de las parcelas, de cada variedad de cacao (CCN-51, aromático y criollo), luego el área se dividieron en grillas regulares (el mismo valor de área para todos), esto con la finalidad de poder distribuir los puntos de muestreo. Para determinar el número de muestras se realizó a nivel piloto, la extracción de muestras en algunas grillas de suelo escogidas de forma aleatoria, estas muestras fueron analizadas en función al índice de calidad para el suelo, y con los resultados obtenidos (valores), se determinó la variabilidad, esto con la finalidad de poder determinar el número de muestras total (cabe mencionar, si el número de muestras resulta ser menor a las muestras extraídas a nivel piloto, no altera la validez del trabajo de investigación), los puntos de muestreo totales se distribuirán en forma aleatoria sobre las áreas con cultivo de cacao, cada punto de muestreo contaba con un área de trabajo de 1 Ha donde se recolectaron en zig-zag las muestras de suelo, se limpió los escombros superficiales en un área de 15 cm de radio, se colocó todo el suelo recolectado en un plástico limpio, para luego aplicar el método de cuarteo, donde se dividida la muestra en cuatro partes iguales hasta formar una muestra compuesta de un kilogramo aproximadamente. Cada punto de muestro debe estar correctamente georreferenciado en UTM según el datum WGS84.

#### 3.4.3.2. Determinación de las Propiedades Físicas y Químicas del Suelo

Se recolectaron muestras de suelo del área de estudio, las propiedades como color y temperatura son determinado mediante método directo o in situ y para los otros parámetros se analizaron en el laboratorio de suelos de la UNAS.

Tabla 17:Indicadores Físicos del Suelo

Indicadores Físicos	Metodologías
Textura	Método De Bouyoucos
Color	Método directo (Tabla Munsell)
Densidad Aparente	Método del cilindro, peso en húmedo y seco
Temperatura	Método directo (Termómetro)

Tabla 18: Indicadores Químicos del Suelo

Indicadores Químicos	Metodología
pH	Potenciómetro relación 1:1
Materia Orgánico	WALKLEY Y BLACK
Nitrógeno	KJELDHAL
Potasio	Saturación con acetato de amonio 1 N PH 7.0
Fosforo	Olsen Modificado
Cadmio	EPA 3050
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Acetato de amonio 1 Normal pH 7.0
Potasio Intercambiable	Extracto de amonio
Magnesio Intercambiable	Extracto de amonio
Calcio Intercambiable	Extracto de amonio

### 3.4.4. Determinar de las propiedades Biológicas

#### 3.4.4.1. Muestreo de la Fauna Edáfica

El tipo de muestreo utilizado es el Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF, citado por Pashanasi, 2001), indica que para el muestreo es necesario realizar dimensiones de 25 cm x 25 cm x 30 cm de forma lineal, de igual forma es necesario hacer estratos sucesivos de 0-10, 10-20 y de 20-30 cm.

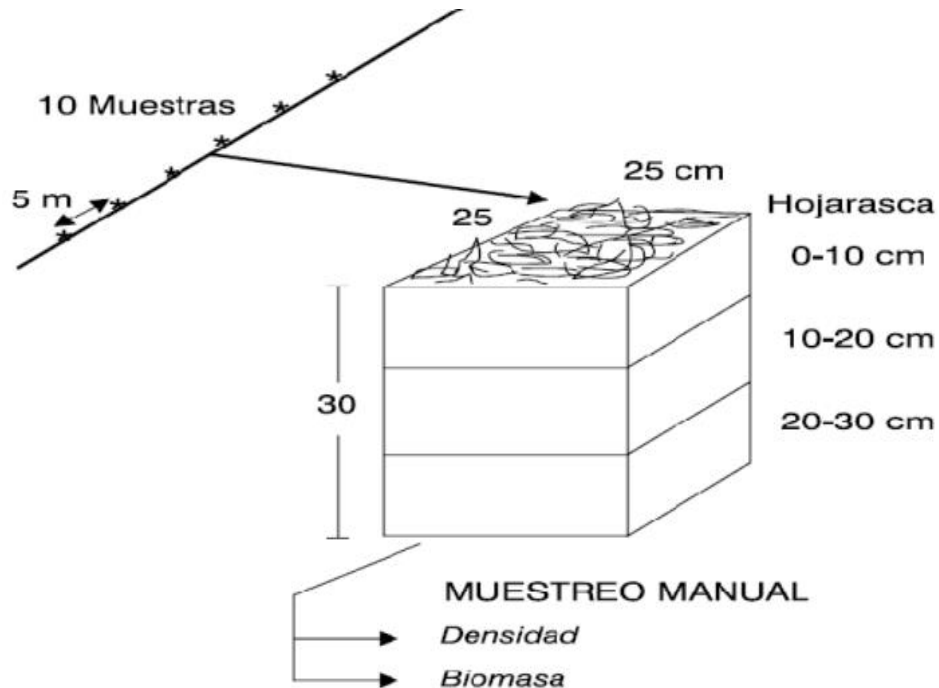


Figura 3: Muestreo Biológico

Al culminar el muestreo, se trasladaron al laboratorio de entomología en bolsas herméticas, donde la recolección de macroinvertebrados fue colectada con pinzas y conservados en alcohol, para posteriormente determinar la biomasa presente y también identificar Taxonómicamente a los organismos.

#### 3.4.4.2. Conteo y Estructura de la Comunidad Suelo

Para realizar el conteo de la fauna edáfica presente en el suelo, es necesario el uso de alcohol y formol, cada uno se emplearon de acuerdo con la especie de insectos, el alcohol se utilizó para insectos de cuerpos duros y para larvas e insectos de cuerpos blandos se utilizaron el formol. Para el correcto conteo se utilizaron el estereoscopio y balanza de precisión y poder determinar la biomasa y densidad de los macroinvertebrados presentes en el suelo. Los valores obtenidos fueron multiplicados por el valor de corrección ya que existe pérdida en el peso por la fijación del alcohol y del formol, donde las lombrices requirieron un 19%, las hormigas un 9%, los escarabajos un 11%, las arañas un 6% y un 13% para el resto de macroinvertebrados (Decaens et al., 2001). Por último, se les clasificaron taxonómicamente y se realizó el conteo mediante monolitos con el taxón correspondiente teniendo como resultado la densidad promedio de cada unidad taxonómica presente en el suelo.

$$DRM = \frac{\sum \text{Monolitos}}{\text{Número total de Monolitos}} \quad (3)$$

Donde:

DM: Densidad relativa por monolito

$$\%Frecuencia = \frac{\sum \text{Densidades}}{\text{Número de Unidades Taxonómicas}} \quad (4)$$

### 3.4.5. Índice de calidad del suelo en cultivos de cacao en el distrito de Luyando

Determinadas todas las propiedades físicas y químicas del suelo y dentro de ello el cadmio (Parámetro del ECA-para suelo); se agruparon en una base de datos y se determinaron la correlación o grado de asociación de cada parámetro mediante una correlación de Spearman. Posterior a ello se graficaron los componentes principales; donde cada componente contó con un coeficiente de puntuación, este coeficiente de puntuación se determina mediante la división del valor propio de cada componente entre la varianza acumulativa; por último el coeficiente de puntuación multiplicara a la media de los parámetros que conforman todo los componente, el producto fue sumado, esta suma representaron el índice de calidad y para poder interpretarla se dividió la sumatoria resultante entre la varianza acumulada escogida anteriormente.

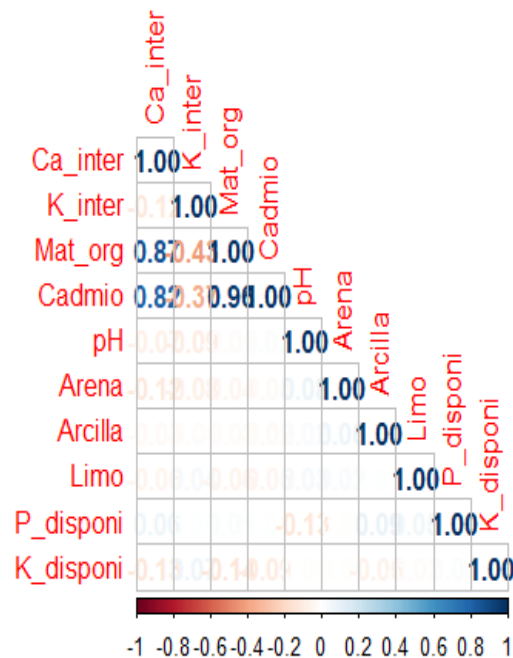


Figura 4: Correlación de Pearson-Rstudio

En la figura N°3, se puede observar el nivel de correlación o asociación entre los parámetros analizados, el valor oscila entre 1 y -1 y el valor 0 indica que no existe asociación lineal entre dos parámetros de estudio.

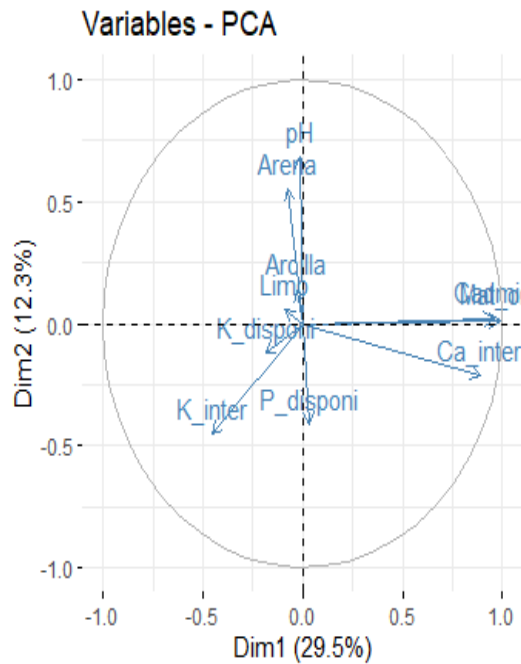


Figura 5: Analisis de componentes principales (ACP)-Rstudio

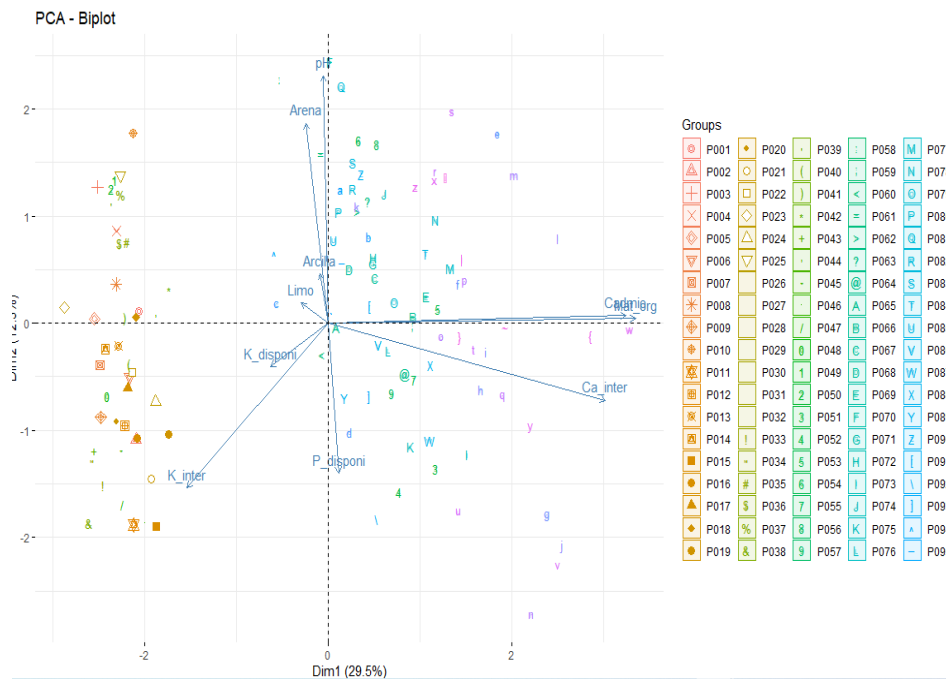


Figura 6: Analisis de componentes principales (ACP) en cada punto de muestreo-Rstudio

En la figura N°4 y N°5 se observa el gráfico de ACP donde se encuentran dos dimensiones, y dentro de ellos se dividen 4 cuadrantes, los parámetros que se encuentran cercanos a otros parámetros en un mismo cuadrante nos permite conocer que ambos presentan una correlación o grado de asociación muy fuerte, a medida que aumenta la distancia de los



parámetro, el grado de asociación disminuye; es una representación gráfica de la correlación de Pearson.

$$\text{Coeficiente de puntuación} = \frac{\text{Varianza de cada Factor (\%)}}{\text{Varianza acumulada representativa (\%)}} \quad (5)$$

El coeficiente de puntuación multiplicó a la media de cada parámetro y al final sumaremos todos los valores para poder determinar el índice de calidad del suelo, para poder interpretar el índice de calidad del suelo se tiene que realizar la siguiente división.

$$\text{Índice de calidad Normalizada} = \frac{\sum W_i * C_s}{\text{Varianza acumulada representativa (\%)}} \quad (6)$$

Tabla 19: Rangos interpretativos para el Índice de Calidad del suelo

Valor Índice Calidad del Suelo (InCS)	Calidad del Suelo
0.0-0.25	Deficiente
0.26-0.5	Regular
0.51-0.7	Buena
0.71-0.9	Muy buena
0.91-1.0	Excelente

Fuente: Marcelo (2017)

En la tabla N°16 se puede observar los rangos interpretativos para el índice de calidad del suelo, de acuerdo con el valor resultante del índice de calidad normalizada podremos interpretar la calidad que presentan los suelos con cultivos de cacao.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Identificación y clasificación de agroquímicos

Tabla 20: Uso de insecticidas en cultivos de Cacao

Insecticidas	Grupo funcional	Porcentaje
Famoss	Phenylpyrazole-Fipronil	37.14%
Oberts	Phenylpyrazole- Fipronil	31.43%
Campal	Piretroide-Alphacypermethrin	22.86%
Kañon	Piretroide- Alphacypermethrin	2.86%
Otros		5.71%

En la Tabla 30 nos muestra que los insecticidas más utilizados para el cultivo de cacao en el distrito de Luyando es el Famoss y Oberts compuesto por Phenylpyrazole, representando un 37.14 % y 31.43% respectivamente, ambos considerado como insecticidas sistémicos (AGROVIDA, 2010), luego tenemos al insecticidas Campal y Kañon, compuestos por Piretroide y como ingrediente activo al Alphacypermethrin representando un 22.86 % y 2.86% respectivamente, ambos considerados como insecticidas de contacto (AGROVIDA, 2010 y por ultimo un 5.71 % utiliza otros tipos de insecticidas o métodos alternativos.

Tabla 21:Frecuencia de Uso de Insecticidas en cultivos de Cacao

Uso de Insecticidas	Porcentaje
0 vez al año	2.86%
1 vez al año	0%
2 veces al año	0%
3 veces al año	20%
4 veces al año	31.43%
5 veces a más	48.57%

En la Tabla 31 nos muestra la frecuencia de uso de insecticidas en cultivos de cacao en el distrito de Luyando, donde un 48.57% utiliza insecticidas de 5 veces a más al año, 31.43 % utiliza insecticidas 4 veces al año, la frecuencia de uso es mayor en temporada de avenidas puesto que las precipitaciones contribuye a una mayor presencia de insectos, y por último, un 2.86% utiliza 0 veces al año, indicando que no utiliza insecticidas sino emplea métodos alternativos de control.

Tabla 22:Uso alternativo de insecticidas para cultivo de Cacao

Métodos alternativos	Porcentajes
Embolsado de Frutos	0%
Orina en botellas (Mezclado con Azul)	100%

Rosear con Spray	0%
Otro	0%

En la Tabla 32 nos muestra el uso alternativo de insecticidas para cultivos de cacao en el distrito de Luyando, donde el más empleado es Orina en botellas mezclado con Azul.

Tabla 23: Uso de herbicidas en cultivos de Cacao

Herbicidas	Grupo funcional	Porcentaje
Fuego	Glycines-Glyphosate	37.14%
GliTec (glifosatos en general)	Fosforados-Glyphosate	34.29%
Reglone	Bipiridilo-Diquat	14.29%
Gramafín	Bipiridilo-Paraquat	8.57%
Otro		5.71%

En la Tabla 33 nos muestra que los herbicidas más utilizados para el cultivo de cacao en el distrito de Luyando fueron el Fuego compuesto por Glycines y teniendo como ingrediente activo al Glyphosate, representando un 37.14 %; el GliTec compuesto por Fosforados y teniendo como ingrediente activo al Glyphosate, representando un 37.14 %, ambos herbicidas se encuentran clasificados como herbicidas sistémicos (AGROVIDA, 2010); el Reglone compuesto por Bipiridilo y teniendo como ingrediente activo al Diquat, representando un 14.29 %; el Gramafín compuesto por Paraquat, representando un 8.57 %, ambos herbicidas se encuentran clasificados como herbicidas de contacto (AGROVIDA, 2010) y por último un 5.71 % utiliza otros tipos de herbicidas o métodos alternativos

Tabla 24: Frecuencia de Uso de herbicidas en cultivos de Cacao

Uso de Insecticidas	Porcentaje
0 vez al año	5.71%
1 vez al año	8.57%
2 veces al año	28.57%
3 veces al año	42.86%
4 veces al año	14.29%

En la Tabla 34 nos muestra la frecuencia de uso de herbicidas en cultivos de cacao en el distrito de Luyando, donde un 14.29% utiliza herbicidas de 4 veces al año; 42.86% utiliza herbicidas 3 veces al año; 28.57% utiliza herbicidas de 2 veces al año; 8.57% utiliza herbicidas de 1 vez al año; y por último 5.71% utiliza herbicidas 0 veces al año, indicando que utiliza otros métodos alternativos para reemplazar el uso de herbicidas.

Tabla 25: Métodos alternativo para el uso de herbicidas en cultivos de Cacao

Método Alternativo	Porcentaje
Cultivar con machete	50.00%
Cultivar con Motoguadañas	50.00%
Realiza quemas	0.00%
Otro	0.00%

En la Tabla 35 nos muestra los métodos alternativos para el uso de herbicidas en cultivos de cacao en el distrito de Luyando, donde cultivar con machete y con Motoguadaña son los métodos alternativos más empleados.

#### 4.2. Parámetros físicos del suelo

Tabla 26: Análisis físicos promedios del suelo de Cacao

Parámetro	Agroquímicos					
	AGR1	AGR 2	AGR 3	AGR 4	AGR 5	AGR 0
Arena (%)	30.833ab CV:16.3 %	39.785a CV:22.5 %	21.277b CV:39.2 %	33ab CV:29.5 %	28.7ab CV:31.2 %	19.5 b CV:19.5 %
Arcilla (%)	26.733ab CV:38.3 %	21.400b CV:25.8 %	33.177a CV:22.4 %	29.480ab CV:19.6 %	31.373ab CV:26.8 %	27.4ab CV:27.4 %
Limo (%)	42.433a CV:13.6 %	38.814a CV:21.7 %	45.544a CV:23.4 %	37.54a CV:19.8 %	39.953a CV:16.4 %	53.1a CV:53.1 %
Textura	Franco	Franco	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Franco Limosa

AGR1 Bipiridilo-Phenylpyrazole, AGR2 Bipiridilo-Piretroide, AGR3 Fosforados-Phenylpyrazole, AGR4 Fosforados-Piretroide, AGR5 Glycines-Phenylpyrazole, AGR 0 No Aplica agroquímicos, CV coeficiente de variación.

En la Tabla N 26, nos muestra los resultados físicos promedio de suelos con cultivo de cacao, donde en cada parcela se utilizan diferentes grupos químicos de control; los suelos donde utilizan los grupos químicos Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide presentan una textura Franco diferenciándose de los suelos que utilizan grupos químicos Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide y Glycines-Phenylpyrazole debido a que presentan una Textura Franco arcillosa, esta diferencia de granulometría está influenciada por el tipo de agroquímico utilizado en cada parcela, debido a que la parcela de control presentes una textura Franco limosa

Bórtoli et al. (2012) en su investigación “Efectos del herbicida glifosato sobre la estructura y el funcionamiento de comunidades microbianas de dos suelos de plantaciones de olivo” determinó que el efecto negativo causado por el glifosato a la microbiota depende del tipo de suelo y de la concentración del agroquímico, donde los suelos de estudio fueron de

textura franco, franco arenosa y franco limosa (Weaver et al., 2007) demostrando en ambos efectos negativos a causa de la aplicación del glifosato, en los suelos con cultivo de cacao se observa que la granulometría presente es Franco, Franco arcillosa y Franco limosa, la causa del efecto se debe a que estos tipos de granulometría favorecen a la permanencia y acumulación del agroquímico en el suelo, permitiendo que genere efectos negativos en los parámetros químicos y biológicos del suelo.

Robin (2005) en su investigación “Efecto del control de malezas con paraquat y glifosato sobre la erosión y pérdida de nutrientes del suelo en cafeto. Agronomía Mesoamericana” los resultados mostraron que la granulometría franco arenosa presente en el suelo donde se aplican herbicidas paraquat y glifosato presenta un mayor efecto en el deterioro de las propiedades físicas a comparación de la franco arcillosa, donde presenta un menor efecto negativo en los parámetros fisicoquímicas debido a que es mas propensa al lavado por la escorrentía, sin embargo es altamente adherible y acumulativo en la parte orgánica del suelo, en los suelos de cacao de Luyando se presentan Franco, Franco arcillosa y Franco limosa, siendo propensas a que los grupos químicos Glicines, Fosforados y Bipiridilos generen efectos negativos en el suelo.

#### 4.3. Propiedades Químicas del suelo

Tabla 27: Análisis químico promedio del suelo de Cacao

Parámetro	Agroquímicos					
	AGR1	AGR2	AGR3	AGR4	AGR5	AGR6
	8.3a	7.8ab	6.4 ab	6.1b	5.6 b	5.75 b
pH	CV 5.01%	CV 11.92%	CV 12.76%	CV 3.81%	CV 20.1%	CV 3.68%
	0.3a	0.24a	0.24a	0.16 a	0.14a	0.1a
CE (dS/cm)	CV 0.01%	CV 32.39%	CV 36.07%	CV 71.26%	CV 30.2%	CV 0.01%
	1.63a	1.61a	2.42a	2.54a	2.27a	2.25a
Mo (%)	CV 28.27%	CV 32.07%	CV 32.03%	CV 25.3%	CV 31.25%	CV34.56%
	0.1a	0.1a	0.13a	0.12a	0.11a	0.1a
N (%)	CV 0.01%	CV 0.01%	CV 37.5%	CV 37.26%	CV 31.04%	CV 0.00%
	8.3a	4.48a	14.01a	6.8a	16.59a	25.6a
P dis (ppm)	CV 59.04%	CV30.85%	CV 59.04%	CV 54.13%	CV 79.04%	CV89.04%
	96.13a	104.41a	122.22a	104.58a	120.36a	108.75a
Kdis(ppm)	CV 22.02%	CV 9.71%	CV 25.5%	CV 23.33%	CV 31.15%	CV 2.93%

	5.3a	5.27a	4.83a	4.6a	3.68a	3.55a
Ca Cmol(+)/kg	CV 10.51%	CV 11.78%	CV 13.99%	CV 15.9%	CV 62.89%	CV 9.96%
	0.6a	0.6a	0.6a	0.7a	0.3a	0.6a
Mg Cmol(+)/kg	CV 9.12%	CV 6.15%	CV 7.09%	CV 15.21%	CV 56.16%	CV 0.01%
	0.23a	0.25a	0.32a	0.3a	0.3a	0.3a
K Cmol(+)/kg	CV 65.47%	CV 20.79%	CV 48.52%	CV 23.57%	CV 54.92%	CV 0.01%
	0.1a	0.1a	0.11a	0.1a	0.10a	0.1a
Na Cmol(+)/kg	CV 0.01%	CV 0.01%	CV 30.00%	CV 0.01%	CV 24.21%	CV 0.01%
Al Cmol(+)/kg	0a	0a	0a	0a	0.06a	0a
H Cmol(+)/kg	0a	0a	0a	0a	0.98a	0a
Sat Al (%)	0a	0a	0a	0a	1.43a	0a
	0.7a	0.78a	1.07a	0.66a	0.54a	1.55a
Cd (ppm)	CV 14.29%	CV 46.72%	CV 99.69%	CV 33.2%	CV 41.88%	CV 95.8%

AGR1 Bipiridilo-Phenylpyrazole, AGR2 Bipiridilo-Piretroide, AGR3 Fosforados-Phenylpyrazole, AGR4 Fosforados-Piretroide, AGR5 Glycines-Phenylpyrazole, AGR 0 No Aplica agroquímicos, CV coeficiente de variación, CE Conductividad eléctrica, Mo Materia Orgánica, N Nitrogeno, P dis Fosforo disponible, K dis potasio disponible, Ca Cmol(+)/kg calcio intercambiable, Mg Cmol(+)/kg Magnesio intercambiable, K Cmol(+)/kg Potasio intercambiable, Na Cmol(+)/kg Sodio intercambiable, Al Cmol(+)/kg Aluminio Intercambiable, H Cmol(+)/kg Hidrógeno Intercambiable, Sat Al (%) Saturación de Aluminio, Cd Cadmio.

En la Tabla 27, podemos observar información estadística descriptiva, como el promedio y coeficiente variación de cada parámetro químico, donde el pH promedio obtenido en suelos de cacao donde se utilizan el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide presentan valores de 8.3 y 7.8 se encuentra clasificado como Moderadamente Alcalina (SAGARPA, 2012), y para suelos que utilizan Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 6.4, 6.1, 5.6 y 5.75 respectivamente y se encuentra clasificado como Moderadamente Alcalina (SAGARPA, 2012); donde se puede deducir que los agroquímicos Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide presentan un efecto de alcalinizar el suelo que se presenta a través del tiempo generado por la acumulación de bases (Bertsch 1995; Barbier y Bishop 1995; Reynaud et al. 2002; Bertol et al. 2003) debido a su composición química, y puesto a su granulometría que favorece su infiltración; de caso contrario ocurre con Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole que presentan una reducción del pH debido a que su granulometría favorece a lavarse mediante escorrentía generando la reducción del pH y disminución de bases (Bórtoli et al., 2012).

Para la conductividad eléctrica promedio CE (dS/cm) obtenido en suelos de cacao donde se utilizan el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide, Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan

agroquímicos presenta valores de 0.3, 0.24, 0.24, 0.16, 0.14 y 0.1 respectivamente, se encuentra clasificado como Baja (SAGARPA, 2012), la diferencia de valores descendente en cada grupo químico se debe a en esos suelos se presente mayor niveles de sales que permiten que el nivel de conductividad aumente (Tofiño et al., 2020).

Para la Materia orgánica Mo % obtenido en suelos de cacao donde se utilizan el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide presentan valores de 1.63 % y 1.61 % se encuentra clasificado como Media (SAGARPA, 2012), y para suelos que utilizan Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 2.42 %, 2.54%, 2.27% y 2.25% respectivamente y de igual forma presentan una clasificación Media (SAGARPA, 2012) pero en menor magnitud, esto se debe a que la materia orgánica es sensible a la reacción generada con loa agroquímicos (Tofiño et al., 2020). donde el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide se adhieren y generan perdida de microorganismos y a su vez reducción de la Materia orgánica presente en el suelo a diferencia de los grupos químicos Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole que presentan un menor efecto en la reducción de materia orgánica.

Para el Nitrógeno % obtenido en suelos de cacao donde se utilizan el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide, Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 0.1 %, 0.1 %, 0.13 %, 0.12 %, 0.11 %, 0.1 % respectivamente y se encuentran clasificados como Media (SAGARPA, 2012), el porcentaje de Nitrógeno se relaciona con el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo, el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide al presentar un menor porcentaje de materia orgánica significa que presenta un menor número de microorganismos fijadoras de Nitrógeno, reduciendo su disponibilidad (Chaves, 2013), esto a diferencia de los grupos químicos Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos que presentan un mayor porcentaje de materia orgánica, donde se presenta mayor número de microorganismos fijadoras de Nitrógeno.

Para el Pdis (ppm) obtenido en suelos de cacao, donde le grupo químico Bipiridilo-Piretroide con un valor de 4.48 ppm se clasifica Bajo (SAGARPA, 2012), Bipiridilo-Phenylpyrazole y Fosforados-Piretroide con valores de 8.3 y 6.8 ppm se clasifica Media (SAGARPA, 2012) los Fosforados-Phenylpyrazole, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores 14.01 ppm, 16.59 ppm y 25.6 ppm se clasifican

como Alto (SAGARPA, 2012) la diferencia de los valores presentados en los suelos de Luyando se puede dar por la misma composición fosforada del grupo químico, además los suelos con pH de tendencia ácida presentan menor disponibilidad del fósforo debido a que se precipita en el suelo donde la granulometría favorecerá dicha disponibilidad (Fernández, 2007).

Para el Kdis (ppm) obtenido en suelos de cacao, donde el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide, Fosforados-Piretroide y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 96.13 ppm, 104.41 ppm, 104.58 ppm y 108.75 ppm clasificado como Baja (SAGARPA, 2012) y para los grupos químicos Fosforados-Phenylpyrazole y Glycines-Phenylpyrazole con valores de 122.22 ppm y 120.36 ppm se clasifican como Medio (SAGARPA, 2012), la diferencia se debe al porcentaje de materia orgánica, mediante los microorganismos presentes en el suelo pueden fijar potasio y hacerla disponible (Amanullah, 2015), otro factor influyente es el nivel de pH del agua del suelo donde valores  $>5.5$  aumenta la disponibilidad de este elemento (Vistoso, 2020) y por último se considera la granulometría presente en el suelo donde se presentan mayores niveles de potasio en coloides arcillosos (Vistoso, 2020).

Para las bases cambiables Ca Cmol(+)/kg, los grupos químicos Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 4.83, 4.6, 3.68 y 3.55 se clasifican como Baja (SAGARPA, 2012), y los grupos químicos Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide con valores 5.3 y 5.27 se clasifican como Medio (SAGARPA, 2012), para el Mg Cmol(+)/kg, el grupo químico Glycines-Phenylpyrazole con un valor de 0.3 se clasifica como muy bajo (SAGARPA, 2012) mientras el Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide, Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 0.6, 0.6, 0.6, 0.7, y 0.6 se clasifican como bajo (SAGARPA, 2012); para el K Cmol(+)/kg los grupos químicos Bipiridilo-Phenylpyrazole y Bipiridilo-Piretroide con valores 0.23 y 0.25 se clasifican como muy bajo (SAGARPA, 2012), a diferencia de Fosforados-Phenylpyrazole, Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no se utilizan agroquímicos presenta valores de 0.32, 0.3, 0.3, 0.3 se clasifican como bajo (SAGARPA, 2012), donde se puede observar que el grupo químico Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide presentan una mayor nivel de Ca Cmol(+)/kg, debido a que presentan pH ligeramente alcalinos mostrándonos una saturación de Ca generado por la misma naturaleza química del herbicida (Amaro y Viloría, 2013; García et al., 2014) a diferencia de los otros grupos químicos que



presentan un ligero aumento en el Mg y K Cmol(+)/kg debido a que su goniometría arcillosa y limosa evitan la tendencia a lixiviarse con mayor facilidad en el suelo (Estupiñán et al., 2009)

Para el Na Cmol(+)/kg todos los grupo químicos no presentan una diferencia significatos debido a que se presentan en valores ente 1.0-1.1 para el caso del Al Cmol(+)/kg e H Cmol(+)/kg y Saturación de Aluminio (Al %) el grupo químico Glycines-Phenylpyrazole preseta valores de 0.06 Cmol(+)/kg, 0.98 Cmol(+)/kg y 1.43 %, la igualdad de Sodio se puede explicar con el nivel de conductividad presente en los suelos (Tofiño et al., 2020) de igual forma el nivel de Al Cmol(+)/kg en suelos donde se aplica Glycines-Phenylpyrazole se relaciona de forma directa con la Saturación del mismo elemento en el medio.

Para el Cd (ppm) obtenido en suelos de cacao, donde le todos los grupos químicos utilizados se encuentra por debajo del límite umbral establecido por el estándar de calidad 1.4 ppm a diferencia de los suelos que no aplica agroquímicos que superan el con un valor de 1.55 ppm (ECA-PE, 2017) sin embargo los grupos químicos Fosforados-Phenylpyrazole y suelos que no aplica agroquímicos presentan un mayor nivel que el Bipiridilo-Phenylpyrazole, Bipiridilo-Piretroide, Fosforados-Piretroide y Glycines-Phenylpyrazole debido a retención por los niveles de materia orgánica y la fracción arcillosa limosa que presentan los suelos de cacao y sobre todo se relaciona a las técnicas de manejo que se realiza en cultivos de Cacao que influyen en su disponibilidad en las platas y a su vez n el suelo (Carillo et al. 2022).

#### 4.4. Propiedades Biológicas del suelo

Tabla 28: Riqueza de especies por Familia en cultivos de Cacao

Filo	Clase	Orden	Familia	Cantidad	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	6	
			Asilidae	1	
			Strepsiptera	1	
			Scarabaeidae	1	
			Musidae	3	
		Blattodea	Blaberidae	3	
			Termitidae	2	
			Blatelidae	1	
			Coleoptera	Buprestidae	1
				Nitidulidae	9

		Scarabeiforme	6	
		Scarabaeidae	2	
		Elateriforme	6	
		Sthimphilinidae	2	
		Cerambiciforme	1	
		<hr/>		
	Hemiptera	Cimicidae	2	
		Reduviidae	1	
		<hr/>		
	Hymenoptera	Formicidae	25	
		<hr/>		
	Orthoptera	Grillidae	2	
		Gryllotalpidae	4	
	<hr/>			
	Chilopoda	chilopoda	Chilopodae	3
	Collembola	Collembola	Collembolos	2
	Diploploda	Diploploda	Diploploda	2
	Miriopoda	Miriopoda	Miriopoda	3
	Protura	Protura	Proturas	2
	<hr/>			
		Caenogastropoda	Eulimidae	16
Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Bulimulidae	5
		Stylommatophora	Obtecta	1
	<hr/>			
Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricus	25

En la Tabla N 28 se observa el filo, Clase, orden y Familia que presentan los suelos de Cacao del distrito de Luyando, encontrándose 3 filos, 8 clases, 15 orden y 29 familia de macroinvertebrados, donde las familias Lumbricus, Formicidae, Eulimidae y Nitidulidae presentaron mayor frecuencia en los 123 estratos analizados, el número de familias presentes se debe a que los grupo químicos de insecticidas Phenylpyrazole y Piretroide no son específicos impactan a los macroinvertebrados y microorganismos presentes en el suelo, donde aquellos organismos tolerantes a compuestos carbonados persisten en el medio, generando la selectividad disminuyendo la diversidad y riqueza de macroinvertebrados y microorganismos del medio (Herrera et al, 2023).

En el trabajo de investigación HUAMÁN (2023) “Diversidad de la macrofauna edáfica en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional Agraria De La Selva” en distrito de Rupa Rupa, determinó que las familias de fauna edáfica con mayor presencia en los cacaotales fueron las Formicidae, Blatellidae, Acrididae, Lumbricidae, Scarabaeidae y Sarcoophagidae; esto coincide con nuestra investigación, donde las familias Formicidae y Lombricus terrestres,

son las que tuvieron mayor frecuencia en los puntos de muestreo ( esto no significa mayor presencia de individuos); sin embargo por el resto de familias presentes como Acrididae y Sarcoophagidae no se encontraron en este tipo de suelo, esta discrepancia se debería al manejo orgánico del suelo y planta para una mejor producción y preservar especies de cacao, de igual forma a las condiciones como la topografía.

Tabla 29: Parámetros biológicos del suelo de cultivos de cacao

Suelos	Individuos /m <sup>2</sup>		
	0cm-10 cm	10cm-20 cm	20cm-30 cm
Cacao	3904	2736	240
Total			6880

En la Tabla N 29 se observa que los puntos de muestreo de macrofauna en suelos de Cacao, para una profundidad de 0-10 cm, encontramos mayor presencia de invertebrados en con 3904 ind/m<sup>2</sup>, para una profundidad de 10-20 cm encontramos 2736 ind/m<sup>2</sup>, y por último para una profundidad de 20-30 cm encontramos 240 ind/m<sup>2</sup> se contrasta con Campos (2019) en su trabajo de investigación Calidad del suelo del cultivo de Cacao (*theobroma Cacao*) en diferentes edades sector Ventenjebe – Tocache, donde muestra que la densidad de macrofauna tiene mayor presencia en los 10 cm de profundidad, para cultivos de 3 años se presentó 752 ind/m<sup>2</sup> , para cultivos de 6 años 672 ind/m<sup>2</sup> y para cultivos de 10 años 416 ind/m<sup>2</sup>, además no se encontró macrofauna en los estratos con profundidades de 10-20 cm y 20-30 cm donde se evidencia que los insecticidas sistémicos y de contacto cuando llegan al suelo disminuyen la riqueza de macroinvertebrados en la capa orgánica del suelo (Herrera et al, 2023), la diferencia en los resultados se debe a la diferencia de puntos de muestreo, el tamaño del área de estudio y debido a, que el criterio se basó en el año y no en las variedades de Cacao que presenta el área de estudio.

#### 4.5. Estimar el índice de calidad del suelo

##### 4.5.1. Análisis de Componentes principales para Insecticidas

Tabla 30: Tabla de valores propios del grupo químico Phenylpyrazole

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	5.587	2.715	2.220	1.899	1.385	1.164
Variabilidad (%)	31.040	15.083	12.332	10.553	7.696	6.466
% acumulado	31.040	46.123	58.456	69.008	76.704	83.170

En la Tabla N 30, se aprecia que los factores generados en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan el grupo químico Phenylpyrazole fueron 18 según el análisis metodológico de componentes principales, de los cuales fueron seleccionados los 6 primeros, debido a que presentan una variabilidad acumulada de 83.170 %, esto permite explicar mejor la dispersión de los parámetros en el plano cartesiano y evita tener complejidades en el análisis de los resultados, el nivel variabilidad que presentan los factores 1, 2 y 3 son mayores comparados a los demás, debido a que estos factores presentan una cantidad mayor de parámetros relacionados, a medida que se integren más factores la variabilidad disminuye sucesivamente, puesto que, los parámetros relacionados en cada factor disminuyen, esto se refleja en la variabilidad acumulada llegando alcanzar de forma acelerada un 58.456 % hasta el factor 3, para siguientes factores la variabilidad acumulada aumenta cada vez más desacelerada

Tabla 31:Tabla de Vectores propios

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Arena (%)	0.297	-0.620	0.240	0.260	-0.231	-0.437
Arcilla (%)	0.060	0.521	0.247	-0.615	0.239	0.380
Limo (%)	-0.474	0.030	-0.614	0.231	-0.051	0.111
pH	-0.812	-0.287	0.202	-0.095	-0.116	0.042
CE (dS/cm)	-0.329	-0.186	0.745	0.317	-0.036	0.195
Mo (%)	-0.171	0.457	-0.011	0.597	0.380	-0.227
N (%)	-0.254	0.434	0.156	0.628	0.397	0.024
P disponible (ppm)	-0.058	0.512	-0.472	0.067	-0.544	0.230
K disponible (ppm)	-0.410	0.608	0.484	-0.112	-0.178	-0.217
Ca Cmol(+)/kg	-0.858	-0.031	-0.087	-0.379	0.002	-0.065
Mg Cmol(+)/kg	-0.844	-0.001	-0.263	-0.094	0.122	-0.039
K Cmol(+)/kg	-0.342	0.697	0.509	-0.019	-0.250	-0.065
Na Cmol(+)/kg	-0.298	0.337	-0.528	0.217	0.113	-0.064
Al Cmol(+)/kg	0.929	0.254	0.021	0.056	0.005	-0.058
H Cmol(+)/kg	0.930	0.272	0.004	-0.005	0.034	-0.032
Saturación de Al (%)	0.897	0.245	-0.084	-0.048	-0.160	0.037
Cd (ppm)	-0.057	-0.148	0.126	0.563	-0.455	0.606
Riqueza de especie por macrofauna	0.216	-0.304	0.092	-0.016	0.551	0.487

En la tabla N 31 podemos observar los valores de vectores propios, donde cada parámetro analizado en suelos con cultivo de cacao con uso de Phenylpyrazole presenta una carga factorial que varía entre valores 1 a -1, esta información se complementa con la Tabla N 30 puesto que el resultado de la variabilidad, depende de la carga factorial y de su relación o afinidad que presentan los parámetros en cada factor, para poder seleccionar los parámetros en

cada factor, comparamos las cargas factoriales, aquellos que presentan valores más cercanos a +1 o -1, tienen una mayor afinidad al factor y generan un mayor aporte a la variabilidad.

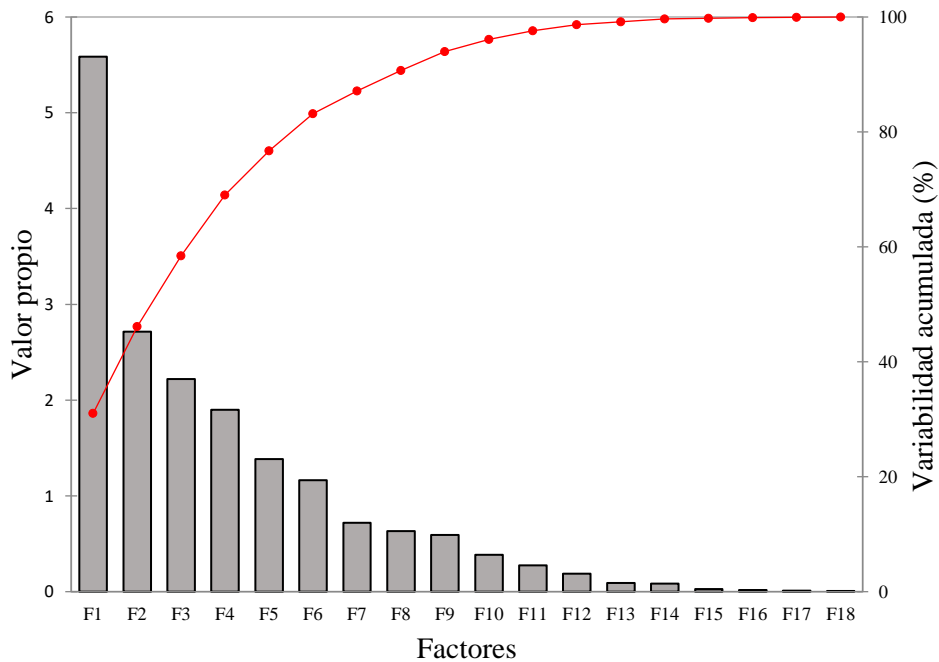


Figura 7: Valor propio y variabilidad acumulada en cada factor del Phenylpyrazole

En la figura N 7, representa gráficamente la relación del valor propio y variabilidad acumulada (%) de cada factor, la abscisa “Valor propio” presenta una tendencia decreciente a medida que analizamos cada Factor, lo contrario ocurre en la abscisa “Variabilidad acumulada” que presenta una tendencia creciente a medida que analizamos cada Factor, la relación que presenta es directamente proporcional, es decir, a mayor valor propio que presenta cada factor, mayor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%) y a menor valor propio que presenta cada factor, menor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%).

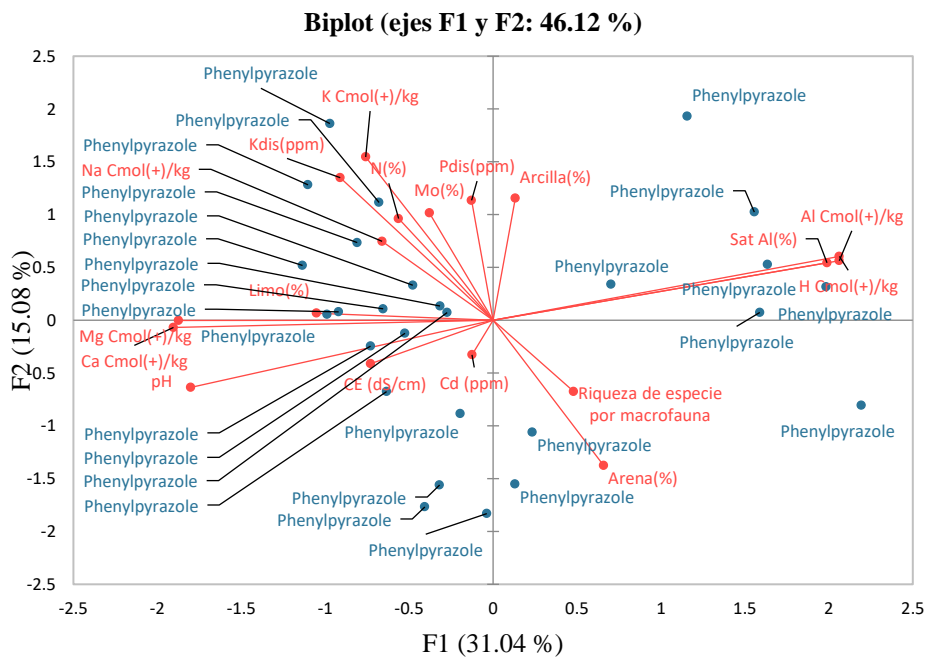


Figura 8: Distribución espacial del Phenylpyrazole según el Factor F1 y F2

En la figura N 8, representa en nivel de correlación entre los parámetros físicos, químicos, biológicos y de igual forma la afinidad con el grupo químico Phenylpyrazole, representada por los factores 1 y 2 con una variabilidad acumulada de 46.12 %, donde se observa que el grupo químico Phenylpyrazole teniendo como ingrediente activo al Fipronil presenta una distribución espacial con afinidad y mayor valor en los parámetros Na Cmol(+)/Kg, K (ppm), P Cmol(+)/Kg, Al Cmol(+)/Kg, Saturación de Al(%), H Cmol(+)/Kg, Mg Cmol(+)/Kg, Ca Cmol(+)/Kg, en menor medida el pH y Ce, N% y en escasa medida al P (ppm), Mo %, Riqueza de especie por familia de Macrofauna; los efectos se encuentran relacionados, la persistencia del fipronil en el suelo en condiciones ambientales normales es de 120 días y presenta una alta movilidad en el suelo, la Materia orgánica se ve afectada debido a que genera una selectividad microbiológica en función a su tolerancia, lo cual disminuye fijación y generación de nutrientes esenciales en el suelo como el N%, P (ppm), K (ppm) (Tofiño et al., 2020), el fipronil al ser un insecticida sistémico no específico y con un elevado índice de mortalidad que no solo afecta al número de individuos, sino genera variaciones en su morfología y su comportamiento disminuyendo su actividad dispersora de semillas (Muñoz, 2017).

Tabla 32: Tabla de valores propios del grupo químico Piretroide

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	4.567	4.109	2.647	2.251	1.490
Variabilidad (%)	25.374	22.830	14.704	12.507	8.280
% acumulado	25.374	48.204	62.907	75.414	83.694

En la Tabla N 32, se aprecia que los factores generados en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan el grupo químico Piretroide fueron 11 según el análisis metodológico de componentes principales, de los cuales fueron seleccionados los 5 primeros, debido a que presentan una variabilidad acumulada de 83.694 %, esto permite explicar mejor la dispersión de los parámetros en el plano cartesiano y evita tener complejidades en el análisis de los resultados, el nivel variabilidad que presentan los factores 1, 2 y 3 son mayores comparados a los demás, debido a que estos factores presentan una cantidad mayor de parámetros relacionados, a medida que se integren más factores la variabilidad disminuye sucesivamente, puesto que, los parámetros relacionados en cada factor disminuyen, esto se refleja en la variabilidad acumulada llegando alcanzar de forma acelerada un 62.907 % hasta el factor 3, para siguientes factores la variabilidad acumulada aumenta cada vez más desacelerada

Tabla 33:Tabla de Vectores propios

	F1	F2	F3	F4	F5
Arena (%)	0.571	0.562	0.219	0.185	-0.367
Arcilla (%)	0.068	-0.628	0.077	-0.519	0.523
Limo (%)	-0.612	-0.302	-0.284	0.356	-0.059
pH	-0.214	0.906	-0.215	-0.140	0.047
CE (dS/cm)	-0.029	0.433	0.096	0.583	0.636
Mo (%)	0.498	-0.762	-0.221	-0.079	0.146
N (%)	0.947	-0.120	0.032	0.017	0.001
P disponible (ppm)	-0.409	-0.562	0.144	0.271	0.123
K disponible (ppm)	0.060	0.266	0.719	0.455	0.357
Ca Cmol(+)/kg	-0.323	0.628	-0.113	-0.407	0.444
Mg Cmol(+)/kg	-0.333	-0.793	0.093	0.228	0.001
K Cmol(+)/kg	0.132	0.160	0.867	-0.138	0.178
Na Cmol(+)/kg	-0.060	-0.038	-0.305	0.884	-0.054
Al Cmol(+)/kg	0.947	-0.120	0.032	0.017	0.001
H Cmol(+)/kg	-0.104	-0.288	0.836	0.166	-0.212
Saturación de Al (%)	0.947	-0.120	0.032	0.017	0.001
Cd (ppm)	0.384	-0.216	-0.400	0.168	0.478
Riqueza de especie por macrofauna	-0.560	-0.332	0.377	-0.318	-0.058

En la tabla N 33 podemos observar los valores de vectores propios, donde cada parámetro analizado en suelos con cultivo de cacao con uso de Piretroide presenta una carga factorial que varía entre valores 1 a -1, esta información se complementa con la Tabla N 32 puesto que el resultado de la variabilidad, depende de la carga factorial y de su relación o afinidad que presentan los parámetros en cada factor, para poder seleccionar los parámetros en cada factor, comparamos las cargas factoriales, aquellos que presentan valores más cercanos a +1 o -1, tienen una mayor afinidad al factor y generan un mayor aporte a la variabilidad.

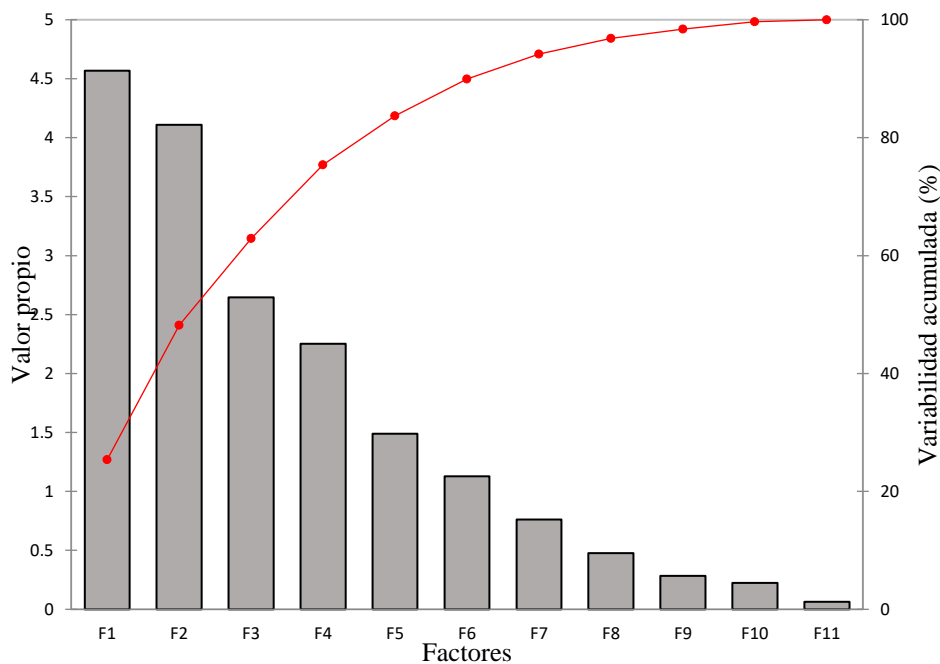


Figura 9: Valor propio y variabilidad acumulada del Piretroide

En la figura N 9, representa gráficamente la relación del valor propio y variabilidad acumulada (%) de cada factor, la abscisa “Valor propio” presenta una tendencia decreciente a medida que analizamos cada Factor, lo contrario ocurre en la abscisa “Variabilidad acumulada” que presenta una tendencia creciente a medida que analizamos cada Factor, la relación que presenta es directamente proporcional, es decir, a mayor valor propio que presenta cada factor, mayor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%) y a menor valor propio que presenta cada factor, menor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%).



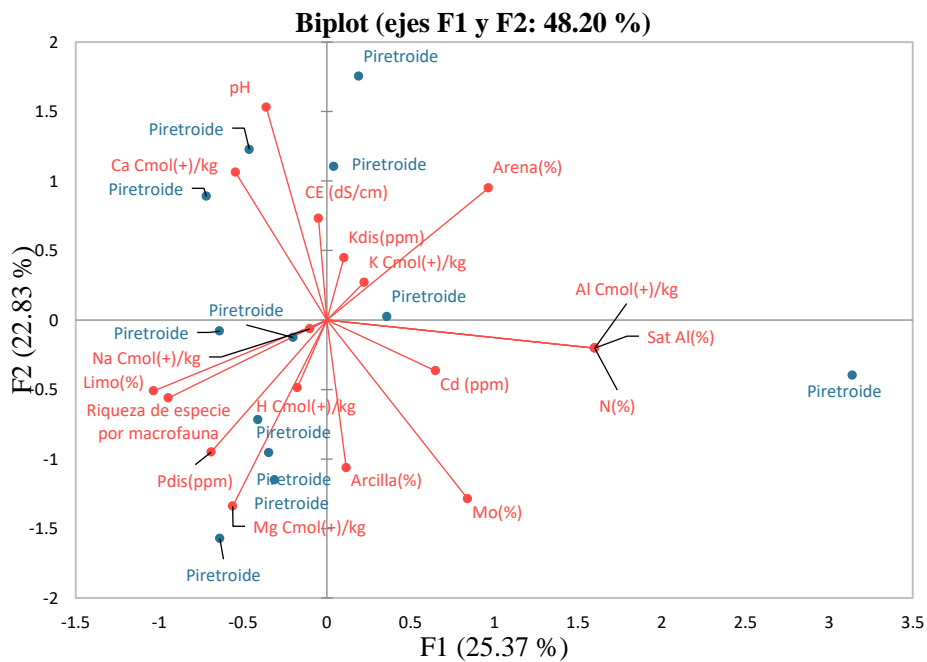


Figura 10: Distribución espacial Piretroide según el Factor F1 y F2

En la figura N 10, representa en nivel de correlación entre los parámetros físicos, químicos, biológicos y de igual forma la afinidad con el grupo químico Piretroide, representada por los factores 1 y 2 con una variabilidad acumulada de 48.20 %, donde se observa que el grupo químico Piretroide teniendo como ingrediente activo al Alphacypermethrin presenta una distribución espacial con afinidad y mayor valor en los parámetros pH, Ca Cmol(+)/Kg, H Cmol(+)/Kg, Mg Cmol(+)/Kg y en menor medida el resto de parámetros, los efectos se deben a que la persistencia del alphacypermethrin en menor al friponil, cuando llega al suelo presenta una tendencia acumulativa, lo cual genera la disminución de materia orgánica debido a la selectividad microorganismo y tolerancia de compuestos carbonados que se generan en el suelo, permitiendo que aumente el pH, se acumulen sales en el suelo y disminuya la fijación de nutrientes en el suelo N (%), P (ppm) y K(ppm), al ser un insecticida de contacto no específico y con un moderado índice de mortalidad que no solo afecta al número de insectos, sino a la macrofauna es especial a las formadoras de suelo como la familia Lumbricus (Peña, 2018)

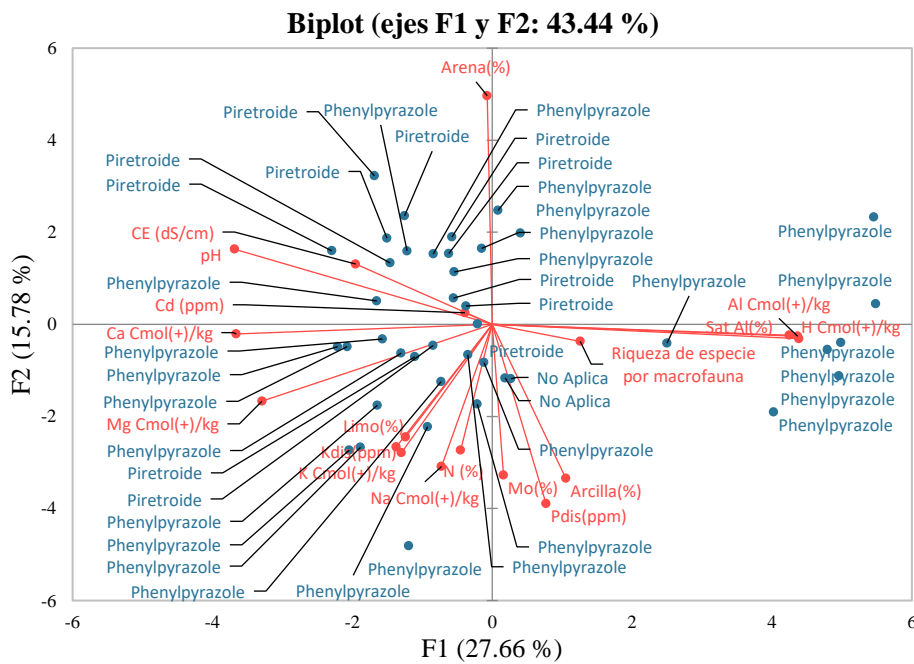


Figura 11: Distribución espacial de los Insecticidas el Factor F1 y F2

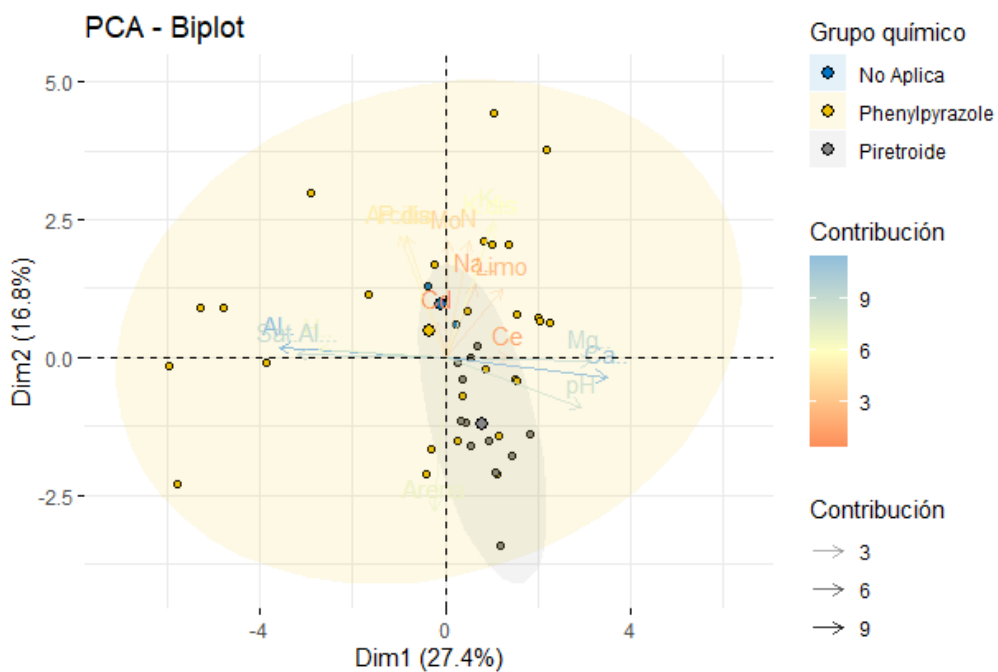


Figura 12: Contribución de Varianza según Grupo químico de Insecticida

En las figuras N 11 y 12, se observa la distribución de espacial de los grupos químicos y la formación de elipses de confianza donde se puede observar que el grupo químicos Piretroide - Alphacypermethrin en el suelo presenta valores elevados de pH, Ce y Cd, tendencia media en los valores de bases cambiabes y en una escaza medida la materia orgánica, P (ppm),

N (%); mientras que el grupo químico Phenylpyrazole – Fipronil presentan datos mas disociados pero con mayores valores en las bases cambiables, Saturación de sales y en menor medida a la Materia orgánica, N(%), P (ppm) y K(ppm) y el resto de parámetros; deduciendo que ambos grupos químicos presentan una alta capacidad acumulativa de sales, presentan afecciones a la materia orgánica y capacidad de fijación de nutrientes donde en mayor medida lo presenta el Piretroide – Alphacypermethrin.

#### 4.5.2. Análisis de Componentes principales para Herbicidas

Tabla 34:Tabla de Valores Propios del grupo químico Bipiridilo

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	6.370	3.295	2.456	2.085	1.160
Variabilidad (%)	35.391	18.305	13.646	11.585	6.444
% acumulado	35.391	53.695	67.341	78.926	85.370

En la Tabla N 34, se aprecia que los factores generados en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan el grupo químico Bipiridilo fueron 9 según el análisis metodológico de componentes principales, de los cuales fueron seleccionados los 5 primeros, debido a que presentan una variabilidad acumulada de 85.370 %, esto permite explicar mejor la dispersión de los parámetros en el plano cartesiano y evita tener complejidades en el análisis de los resultados, el nivel variabilidad que presentan los factores 1, 2 y 3 son mayores comparados a los demás, debido a que estos factores presentan una cantidad mayor de parámetros relacionados, a medida que se integren más factores la variabilidad disminuye sucesivamente, puesto que, los parámetros relacionados en cada factor disminuyen, esto se refleja en la variabilidad acumulada llegando alcanzar de forma acelerada un 67.341 % hasta el factor 3, para siguientes factores la variabilidad acumulada aumenta cada vez más desacelerada

Tabla 35:Tabla de Vectores propios

	F1	F2	F3	F4	F5
Arena (%)	-0.033	0.748	-0.542	-0.245	-0.170
Arcilla (%)	0.502	-0.021	0.724	0.439	0.086
Limo (%)	-0.588	-0.665	-0.096	-0.037	0.101
pH	0.755	-0.221	0.131	-0.373	-0.278
CE (dS/cm)	-0.137	-0.682	-0.182	0.590	0.010
Mo (%)	-0.747	0.406	0.156	0.376	0.140
N (%)	-0.604	-0.284	-0.128	-0.213	-0.127
P disponible (ppm)	-0.642	-0.700	0.121	-0.201	0.087
K disponible (ppm)	0.703	-0.081	-0.300	0.371	0.265
Ca Cmol(+)/kg	0.898	-0.237	-0.081	0.148	-0.192
Mg Cmol(+)/kg	-0.778	-0.191	-0.363	-0.056	0.019
K Cmol(+)/kg	0.945	-0.079	-0.150	0.013	0.111

Na Cmol(+)/kg	0.240	0.431	-0.284	-0.122	0.710
Al Cmol(+)/kg	0.329	-0.150	0.257	-0.570	-0.259
H Cmol(+)/kg	0.286	-0.353	-0.377	0.615	-0.269
Saturación de Al (%)	-0.137	0.679	0.442	0.392	-0.324
Cd (ppm)	-0.876	0.264	0.290	0.224	-0.122
Riqueza de especie por macrofauna	0.125	-0.271	0.839	-0.177	0.331

En la tabla N 35 podemos observar los valores de vectores propios, donde cada parámetro analizado en suelos con cultivo de cacao con uso de Bipiridilo presenta una carga factorial que varía entre valores 1 a -1, esta información se complementa con la Tabla N 34 puesto que el resultado de la variabilidad, depende de la carga factorial y de su relación o afinidad que presentan los parámetros en cada factor, para poder seleccionar los parámetros en cada factor, comparamos las cargas factoriales, aquellos que presentan valores más cercanos a +1 o -1, tienen una mayor afinidad al factor y generan un mayor aporte a la variabilidad.

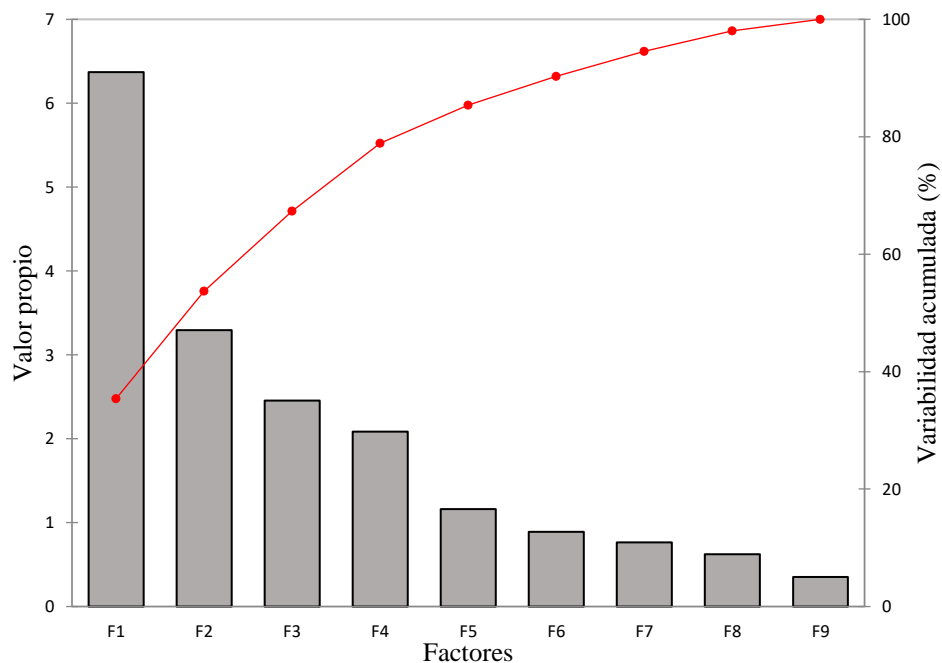


Figura 13: Valor propio y variabilidad acumulada del Bipiridilo

En la figura N 13, representa gráficamente la relación del valor propio y variabilidad acumulada (%) de cada factor, la abscisa “Valor propio” presenta una tendencia decreciente a medida que analizamos cada Factor, lo contrario ocurre en la abscisa “Variabilidad acumulada” que presenta una tendencia creciente a medida que analizamos cada Factor, la relación que presenta es directamente proporcional, es decir, a mayor valor propio que presenta cada factor,

mayor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%) y a menor valor propio que presenta cada factor, menor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%).

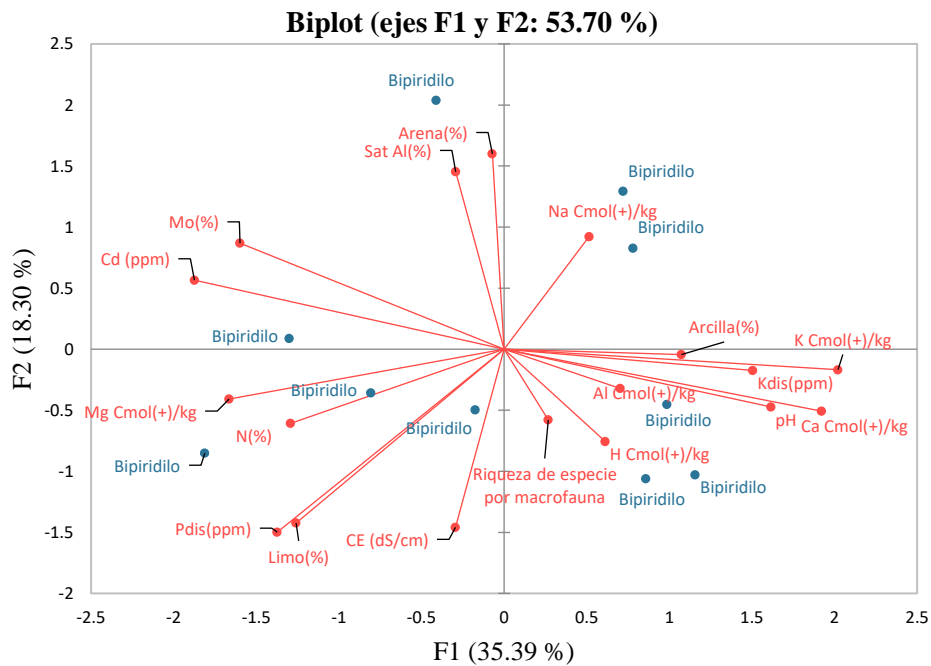


Figura 14: Distribución espacial Bipiridilo según el Factor F1 y F2

En la figura N 14, representa en nivel de correlación entre los parámetros físicos, químicos, biológicos y de igual forma la afinidad con el grupo químico Bipiridilo, representada por los factores 1 y 2 con una variabilidad acumulada de 53.70 %, donde se observa que el grupo químico Bipiridilo teniendo como ingrediente activo al Paraquat y Diquat presenta una distribución espacial con afinidad y mayor valor en los parámetros pH, H Cmol(+)/Kg, Na Cmol(+)/Kg, Al Cmol(+)/Kg y en menor medida con Mo (%), Cd (ppm), K dis (ppm), cuando llega al suelo presentan un efecto de alcalinizar el suelo que se presenta a través del tiempo generado por la acumulación de bases (Bertsch 1995; Barbier y Bishop 1995; Reynaud et al. 2002; Bertol et al. 2003), acumulación de bases y selectividad de organismos tolerantes, la intensidad del efecto se debe a varios factores como la granulometría Franco que presentan estos tipos de suelo.

Tabla 36:Tabla de Valores Propios del grupo químico Fosforados

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	3.870	3.116	2.674	1.859	1.452	1.306
Variabilidad (%)	21.500	17.314	14.853	10.328	8.069	7.258
% acumulado	21.500	38.814	53.667	63.995	72.063	79.321

En la Tabla N 36, se aprecia que los factores generados en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan el grupo químico Fosforados fueron 13 según el análisis metodológico de componentes principales, de los cuales fueron seleccionados los 6 primeros, debido a que presentan una variabilidad acumulada de 79.321%, esto permite explicar mejor la dispersión de los parámetros en el plano cartesiano y evita tener complejidades en el análisis de los resultados, el nivel de variabilidad que presentan los factores 1, 2 y 3 son mayores comparados a los demás, debido a que estos factores presentan una cantidad mayor de parámetros relacionados, a medida que se integren más factores la variabilidad disminuye sucesivamente, puesto que, los parámetros relacionados en cada factor disminuyen, esto se refleja en la variabilidad acumulada llegando a alcanzar de forma acelerada un 53.667 % hasta el factor 3, para siguientes factores la variabilidad acumulada aumenta cada vez más desacelerada

Tabla 37:Tabla de Vectores propios

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Arena (%)	0.297	-0.620	0.240	0.260	-0.231	-0.437
Arcilla (%)	0.060	0.521	0.247	-0.615	0.239	0.380
Limo (%)	-0.474	0.030	-0.614	0.231	-0.051	0.111
pH	-0.812	-0.287	0.202	-0.095	-0.116	0.042
CE (dS/cm)	-0.329	-0.186	0.745	0.317	-0.036	0.195
Mo (%)	-0.171	0.457	-0.011	0.597	0.380	-0.227
N (%)	-0.254	0.434	0.156	0.628	0.397	0.024
P disponible (ppm)	-0.058	0.512	-0.472	0.067	-0.544	0.230
K disponible (ppm)	-0.410	0.608	0.484	-0.112	-0.178	-0.217
Ca Cmol(+)/kg	-0.858	-0.031	-0.087	-0.379	0.002	-0.065
Mg Cmol(+)/kg	-0.844	-0.001	-0.263	-0.094	0.122	-0.039
K Cmol(+)/kg	-0.342	0.697	0.509	-0.019	-0.250	-0.065
Na Cmol(+)/kg	-0.298	0.337	-0.528	0.217	0.113	-0.064
Al Cmol(+)/kg	0.929	0.254	0.021	0.056	0.005	-0.058
H Cmol(+)/kg	0.930	0.272	0.004	-0.005	0.034	-0.032
Saturación de Al (%)	0.897	0.245	-0.084	-0.048	-0.160	0.037
Cd (ppm)	-0.057	-0.148	0.126	0.563	-0.455	0.606
Riqueza de especie por macrofauna	0.216	-0.304	0.092	-0.016	0.551	0.487

En la tabla N 37 podemos observar los valores de vectores propios, donde cada parámetro analizado en suelos con cultivo de cacao con uso de Fosforados presenta una carga factorial que varía entre valores 1 a -1, esta información se complementa con la Tabla N 36 puesto que el resultado de la variabilidad, depende de la carga factorial y de su relación o afinidad que presentan los parámetros en cada factor, para poder seleccionar los parámetros en cada factor, comparamos las cargas factoriales, aquellos que presentan valores más cercanos a +1 o -1, tienen una mayor afinidad al factor y generan un mayor aporte a la variabilidad.



Figura 16: Distribución espacial de Fosforado según el Factor F1 y F2

En la figura N 16, representa en nivel de correlación entre los parámetros físicos, químicos, biológicos y de igual forma la afinidad con el grupo químico Fosforados, representada por los factores 1 y 2 con una variabilidad acumulada de 38.81 %, donde se observa que el grupo químico Fosforado teniendo como ingrediente activo al Glyphosate presenta una distribución espacial con afinidad y mayor valor en los parámetros en la Mo (%), H Cmol (+)/Kg, K Cmol (+)/Kg, Arcilla (%), Ca Cmol (+)/Kg y Saturación de aluminio (%) y en menor medida el resto de parámetros, el efecto generado en la Materia orgánica se debe rápida degradación del Glyphosate donde se favorece como fuente carbono, sin embargo, de acuerdo a la concentración Glyphosate y la granulometría Franco limosa del suelo puede generar un degradación del componente orgánico y de caso contrario favorecerlo (Bórtoli et al., 2012)

Tabla 38:Tabla de Valores Propios del grupo químico Glycine

	F1	F2	F3	F4	F5
Valor propio	6.450	3.343	2.404	1.517	1.169
Variabilidad (%)	35.836	18.575	13.358	8.425	6.496
% acumulado	35.836	54.411	67.768	76.194	82.690

En la Tabla N 38, se aprecia que los factores generados en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan el grupo químico Glycine fueron 14 según el análisis metodológico de componentes principales, de los cuales fueron seleccionados los 5 primeros, debido a que presentan una variabilidad acumulada de 82.690%, esto permite explicar mejor la dispersión de los parámetros en el plano cartesiano y evita tener complejidades en el análisis de los resultados, el nivel variabilidad que presentan los factores 1, 2 y 3 son mayores comparados a los demás, debido a que estos factores presentan una cantidad mayor de parámetros relacionados, a medida que se integren más factores la variabilidad disminuye sucesivamente, puesto que, los parámetros relacionados en cada factor disminuyen, esto se refleja en la variabilidad acumulada llegando alcanzar de forma acelerada un 67.76 % hasta el factor 3, para siguientes factores la variabilidad acumulada aumenta cada vez más desacelerada

Tabla 39:Tabla de Vectores propios

	F1	F2	F3	F4	F5
Arena (%)	-0.334	0.273	-0.797	0.159	-0.141
Arcilla (%)	-0.086	-0.049	0.875	-0.315	-0.160
Limo (%)	0.602	-0.284	0.042	0.277	0.546
pH	0.925	0.168	-0.167	0.021	0.094
CE (dS/cm)	-0.191	0.834	-0.301	-0.155	0.103



Mo (%)	0.366	0.499	0.312	-0.268	0.008
N (%)	0.166	0.695	0.093	-0.546	0.100
P disponible (ppm)	0.218	0.099	0.516	0.698	-0.016
K disponible (ppm)	0.528	0.579	0.260	0.178	-0.043
Ca Cmol(+)/kg	0.979	-0.159	0.037	-0.003	0.009
Mg Cmol(+)/kg	0.879	-0.167	-0.012	-0.106	-0.197
K Cmol(+)/kg	0.355	0.746	0.416	0.247	-0.091
Na Cmol(+)/kg	0.407	-0.433	0.114	-0.021	0.152
Al Cmol(+)/kg	-0.921	0.040	0.222	-0.007	0.019
H Cmol(+)/kg	-0.910	-0.065	0.328	-0.116	-0.056
Saturación de Al (%)	-0.861	-0.055	0.263	0.342	0.100
Cd (ppm)	-0.298	0.760	-0.129	0.368	0.216
Riqueza de especie por macrofauna	-0.244	-0.029	0.112	-0.251	0.815

En la tabla N 39 podemos observar los valores de vectores propios, donde cada parámetro analizado en suelos con cultivo de cacao con uso de Glycine presenta una carga factorial que varía entre valores 1 a -1, esta información se complementa con la Tabla N 38 puesto que el resultado de la variabilidad, depende de la carga factorial y de su relación o afinidad que presentan los parámetros en cada factor, para poder seleccionar los parámetros en cada factor, comparamos las cargas factoriales, aquellos que presentan valores más cercanos a +1 o -1, tienen una mayor afinidad al factor y generan un mayor aporte a la variabilidad.

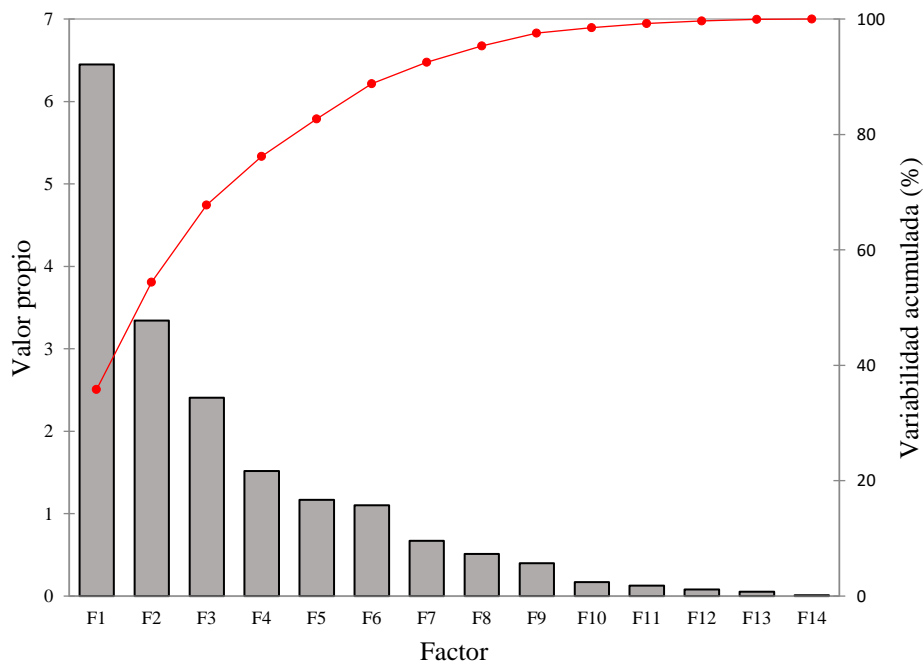


Figura 17: Valor propio y variabilidad acumulada de Glycines

En la figura N 17, representa gráficamente la relación del valor propio y variabilidad acumulada (%) de cada factor, la abscisa “Valor propio” presenta una tendencia decreciente a medida que analizamos cada Factor, lo contrario ocurre en la abscisa “Variabilidad acumulada” que presenta una tendencia creciente a medida que analizamos cada Factor, la relación que presenta es directamente proporcional, es decir, a mayor valor propio que presenta cada factor, mayor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%) y a menor valor propio que presenta cada factor, menor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%)

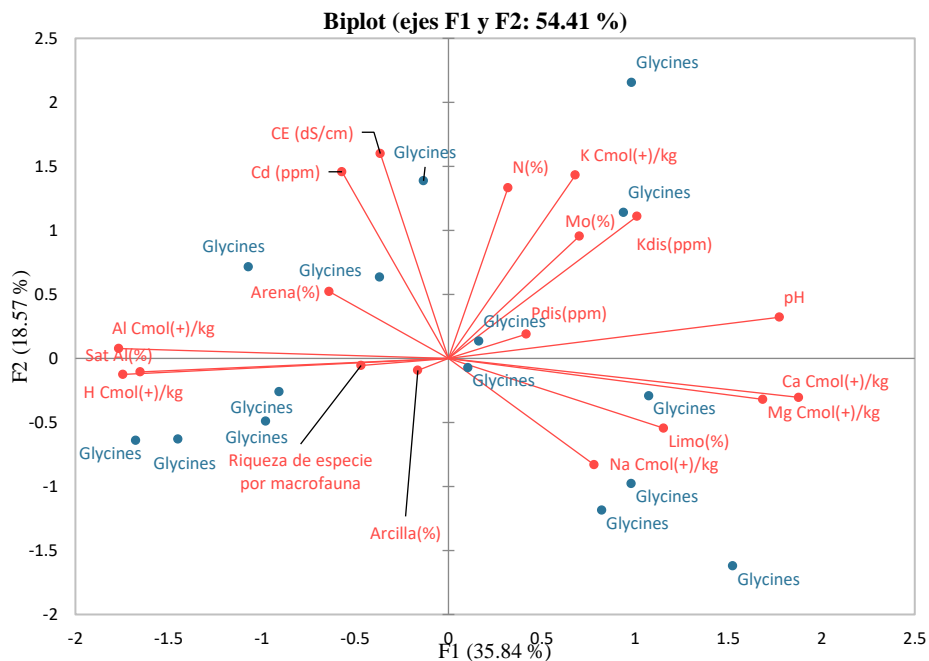


Figura 18: Distribución espacial Glycine según el Factor F1 y F2

En la figura N 18, representa en nivel de correlación entre los parámetros físicos, químicos, biológicos y de igual forma la afinidad con el grupo químico Glycines, representada por los factores 1 y 2 con una variabilidad acumulada de 54.41 %, donde se observa que el grupo químico Fosforado teniendo como ingrediente activo al Glyphosate presenta una distribución espacial con afinidad y mayor valor en los parámetros en la Mo (%), H Cmol (+) /Kg, P (ppm), Mg Cmol (+)/Kg, Ca Cmol (+)/Kg, Na Cmol (+)/Kg y en menor medida el resto de parámetros muy similar al grupo químico Fosforados, esto debido a que ambos presentan el mismo ingrediente activo, es por ello que el efecto de aumentar la materia orgánica pero en menor medida, lo cual se podría explicar utilizan una mayor dosis de Glyphosate, debido a que genera una mayor acumulación de sales (Bertsch 1995; Barbier y Bishop 1995; Reynaud et al. 2002; Bertol et al. 2003) y la granulometría de Franco arcillosa extiende su permanencia en el suelo.

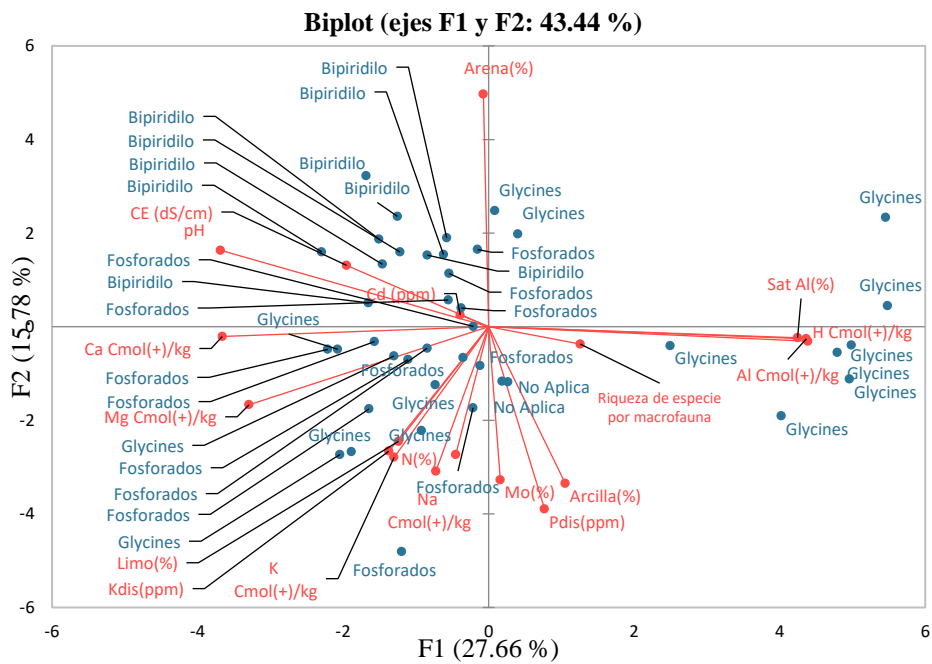


Figura 19: Distribución espacial de Herbicidas según el Factor F1 y F2

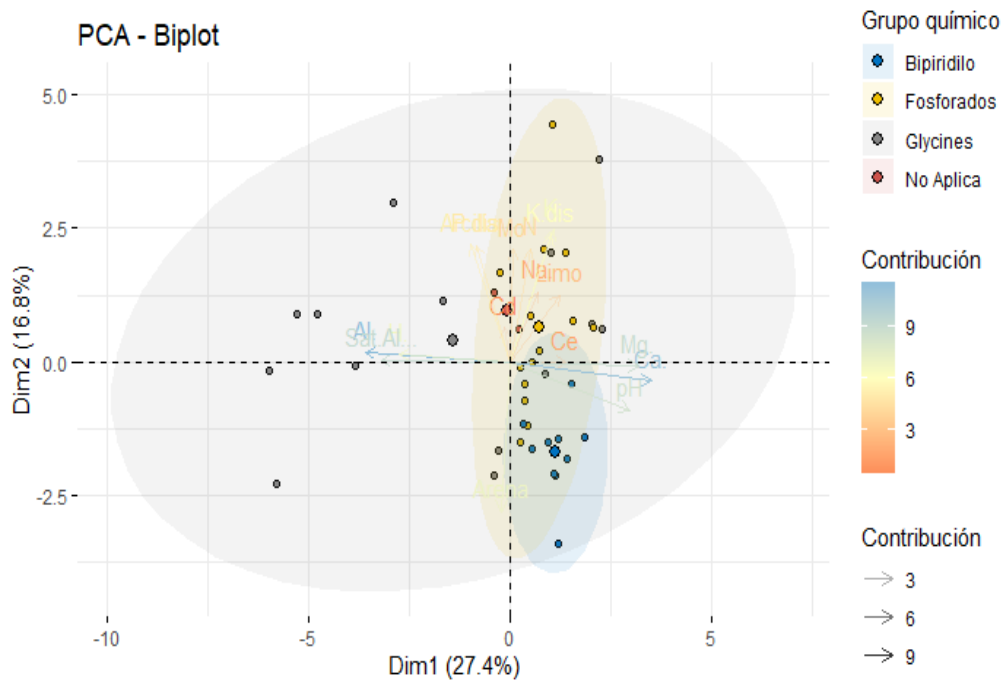


Figura 20: Contribución de Varianza según Grupo químico de Herbicida

En las figuras N 19 y 20, se observa la distribución de espacial de los grupos químicos y la formación de elipses de confianza donde se puede observar que el grupo químicos Bipiridilo-Paraquat y Diquat en el suelo presenta valores elevados de pH, Ce y Cd, tendencia media en los valores de bases cambiables y en una escasa medida la materia orgánica, P (ppm), N (%); el grupo químico Glycines – Glyphosate presentan datos más disociados pero con mayores valores en las bases cambiables, Saturación de sales y en menor medida a la Materia

orgánica, N(%), P (ppm) y K(ppm) y el resto de parámetros; mientras que Fosforados – Glyphosate presentan valores elevados de pH, materia orgánica, P (ppm), N (%), sin embargo se observa una tendencia hacia las elipses del Bipiridilo-Paraquat y Diquat, donde unos de los factores que influyen en esta tendencia sería elevadas concentraciones que utilizan los agricultores de Luyando.

#### 4.5.3. Análisis de Componentes principales para Insecticidas y Herbicidas

Tabla 40:Tabla de Valores Propios

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	4.979	2.841	2.234	1.688	1.222	1.197
Variabilidad (%)	27.660	15.782	12.413	9.378	6.790	6.650
% acumulado	27.660	43.442	55.855	65.233	72.023	78.673

En la Tabla N 40, se aprecia que los factores generados en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan el grupo químico de Insecticidas y Herbicida fueron 19, según el análisis metodológico de componentes principales, de los cuales fueron seleccionados los 6 debido a que presentan una variabilidad acumulada de 78.673 %, esto permite explicar mejor la dispersión de los parámetros en el plano cartesiano y evita tener complejidades en el análisis de los resultados, el nivel variabilidad que presentan los factores 1, 2 y 3 son mayores comparados a los demás, debido a que estos factores presentan una cantidad mayor de parámetros relacionados, a medida que se integren más factores la variabilidad disminuye sucesivamente, puesto que, los parámetros relacionados en cada factor disminuyen, esto se refleja en la variabilidad acumulada llegando alcanzar de forma acelerada un 55.85 % hasta el factor 3, para siguientes factores la variabilidad acumulada aumenta cada vez más desacelerada.

Tabla 41:Tabla de Vectores propios

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Arena (%)	-0.015	0.808	0.194	0.266	-0.289	-0.030
Arcilla (%)	0.227	-0.545	0.205	-0.463	0.379	-0.183
Limo (%)	-0.267	-0.399	-0.569	0.102	0.002	0.304
pH	-0.794	0.266	0.100	-0.200	0.036	0.069
CE (dS/cm)	-0.421	0.213	0.606	0.156	0.310	0.187
Mo (%)	0.035	-0.532	0.085	0.604	0.028	-0.358
N (%)	-0.097	-0.445	0.331	0.639	0.056	-0.250
P disponible (ppm)	0.166	-0.634	-0.251	-0.121	-0.111	0.508
K disponible (ppm)	-0.296	-0.433	0.694	-0.213	-0.200	0.082
Ca Cmol(+)/kg	-0.789	-0.034	-0.034	-0.417	-0.070	-0.099
Mg Cmol(+)/kg	-0.709	-0.272	-0.331	0.018	-0.069	-0.180
K Cmol(+)/kg	-0.280	-0.454	0.717	-0.171	-0.195	0.128
Na Cmol(+)/kg	-0.156	-0.503	-0.289	0.188	-0.296	-0.026

Al Cmol(+)/kg	0.941	-0.042	0.159	-0.030	-0.108	0.010
H Cmol(+)/kg	0.945	-0.051	0.144	-0.053	-0.102	-0.002
Saturación de Al (%)	0.915	-0.039	0.075	-0.143	-0.142	0.132
Cd (ppm)	-0.084	0.041	0.113	0.451	0.415	0.666
Riqueza de especie por macrofauna	0.271	-0.060	-0.138	-0.170	0.701	-0.232

En la tabla N 41 podemos observar los valores de vectores propios, donde cada parámetro analizado en suelos con cultivo de Cacao donde utilizan insecticida y herbicidas presenta una carga factorial que varía entre valores 1 a -1, esta información se complementa con la Tabla N 40 puesto que el resultado de la variabilidad, depende de la carga factorial y de su relación o afinidad que presentan los parámetros en cada factor, para poder seleccionar los parámetros en cada factor, comparamos las cargas factoriales, aquellos que presentan valores más cercanos a +1 o -1, tienen una mayor afinidad al factor y generan un mayor aporte a la variabilidad.

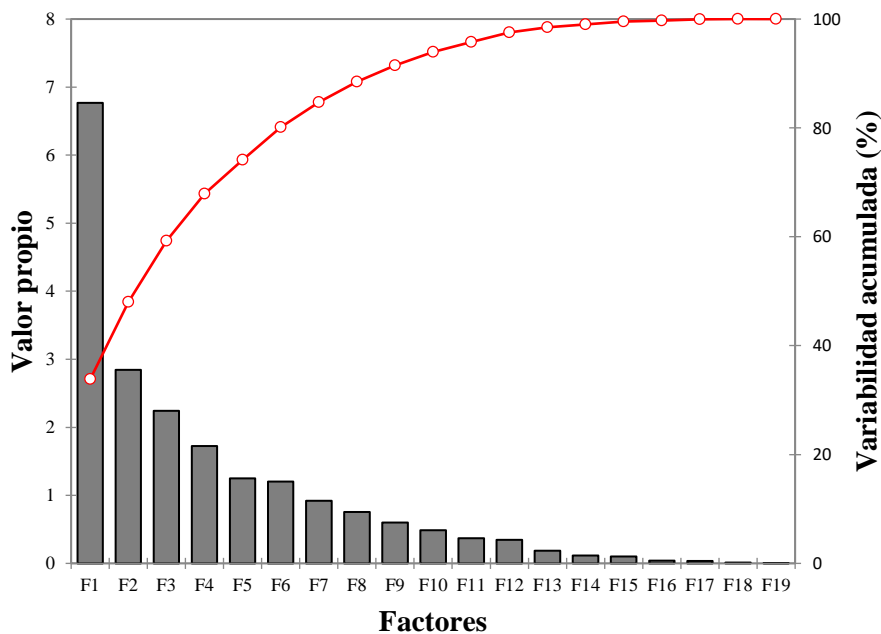


Figura 21: Valor propio y variabilidad acumulada según cada factor

En la figura N 21, representa gráficamente la relación del valor propio y variabilidad acumulada (%) de cada factor, la abscisa “Valor propio” presenta una tendencia decreciente a medida que analizamos cada Factor, lo contrario ocurre en la abscisa “Variabilidad acumulada” que presenta una tendencia creciente a medida que analizamos cada Factor, la relación que presenta es directamente proporcional, es decir, a mayor valor propio que presenta cada factor,

mayor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%) y a menor valor propio que presenta cada factor, menor será el crecimiento de la curva Variabilidad acumulada (%).

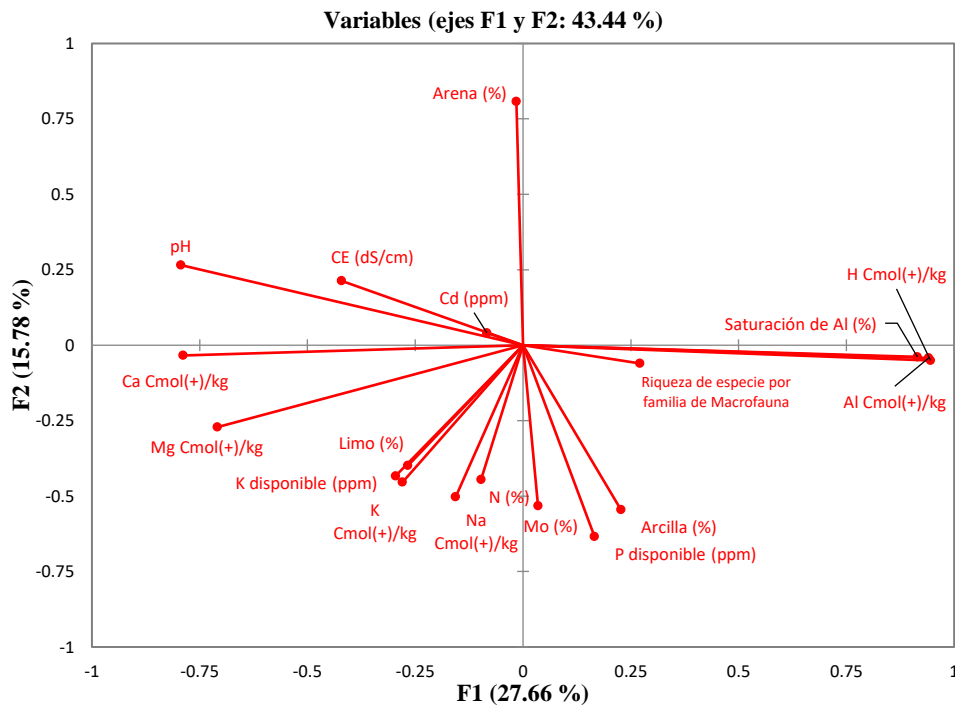


Figura 22: Relación de los parámetros que conforman el Factor F1 y F2

En la figura N 22, representa en nivel de correlación o asociación de los parámetros físicos, químicos y biológicos de suelos con cultivo de Cacao que conforman los Factores 1 y 2, presentan una variabilidad acumulada de 43.44%, los parámetros que presentan un alto grado de correlación directamente proporcional son Limo (%), K disponible (ppm) y K Cmol(+)/Kg; Na Cmol(+)/Kg y Nitrógeno (%) debido a que, se ubican en el mismo cuadrante (Cuadrante 3), presentan la misma dirección y la distancia que los separa es reducida; Los parámetros que presentan un alto grado de correlación directamente proporcional en el cuadrante 2 son, Cd(ppm), Ce(dS/cm) y pH y en menor grado la Arena (%); los parámetros que presentan un alto grado de correlación inversamente proporcional (Cuadrante 4) son pH, Ce (dS/cm) y Cd con Riqueza de especies por familia de macrofauna, Al Cmol(+)/Kg, H Cmol(+)/Kg, Saturación de Aluminio (%) y en un menor grado con Arcilla (%) y P disponible (ppm).

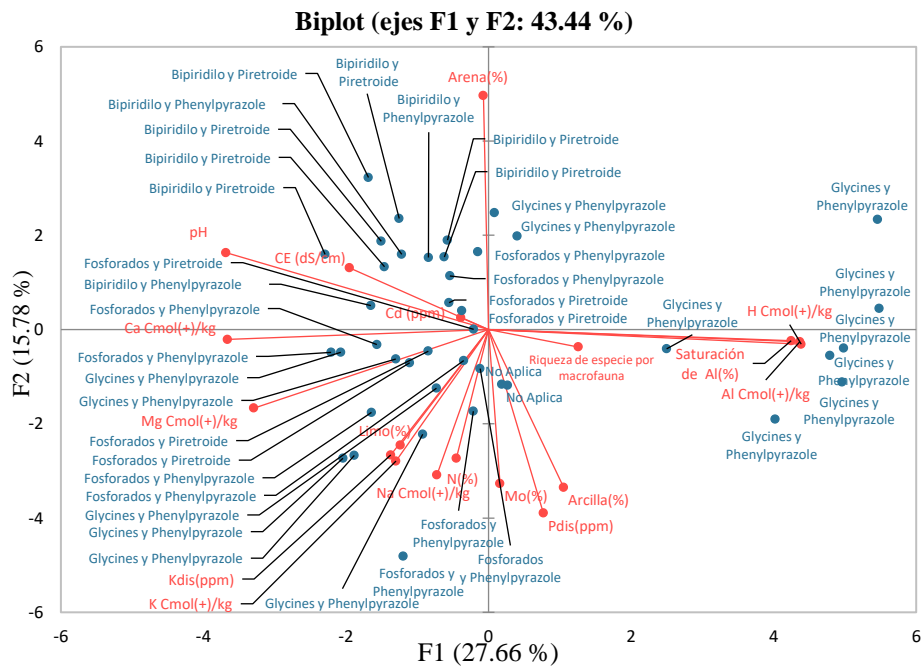


Figura 23: Distribución espacial de Insecticidas y Herbicidas según el Factor F1 y F2

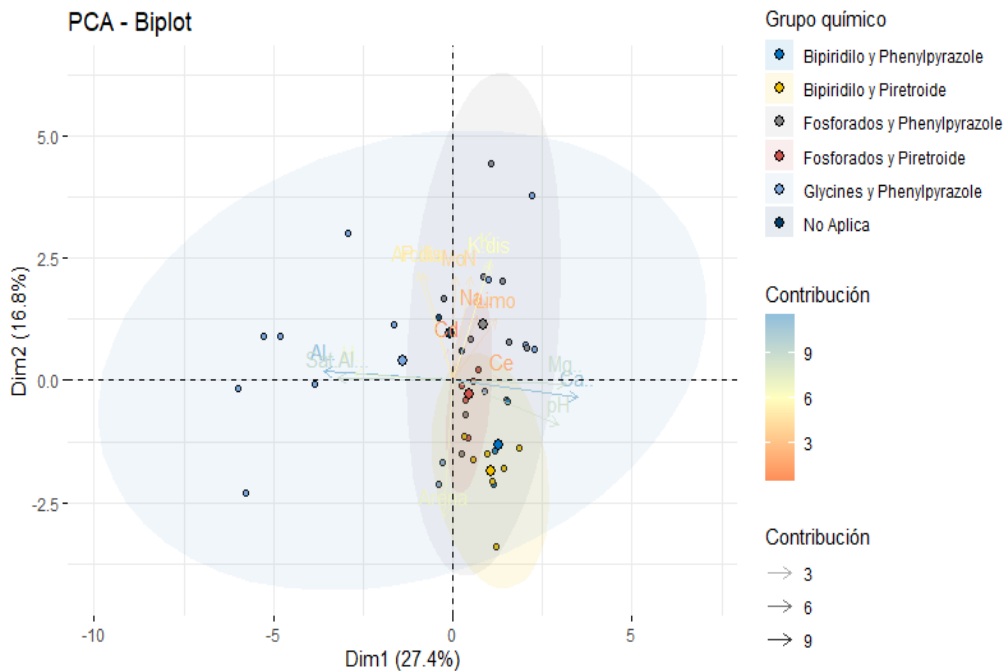


Figura 24: Contribución de Varianza según Insecticida y Herbicida

En las figuras N 23 y 24, se observa la distribución de espacial de los grupos químicos de herbicidas e insecticidas y la formación de elipses de confianza, donde se puede observar

que el grupo químico Bipiridilo-Phenylperazole y Bipiridilo-Piretroide con ingredientes activos Paraquat, Diquat, Fipronil y Alphacypermethrin, presentan una elipse demarcada con tendencia de alcalinizar el suelo debido a que presentan mayores valores de pH (Florida et al., 2012), acumular sales como Ca Cmol(+)/Kg, Mg Cmol(+)/Kg debido a elevados valores de Ce que permiten la desorción del Paraquat y Diquat en el suelo (Gonzales, 2014), Cd (ppm) y en escasa medida resaltan Mo %, N %, K (ppm), P (ppm), Na Cmol(+)/Kg, Al Cmol(+)/Kg, H Cmol(+)/Kg y Saturación de Al, estas relaciones se presentan en investigaciones controladas de forma experimental, sin embargo los resultados son intensificados debido a las elevadas concentraciones de uso Paraquat y Diquat en suelos con cultivo de cacao en Luyando.

El grupo químico Fosforados-Piretroide con ingredientes activos Glyphosato y Alphacypermethrin, presentan una elipse demarcada con tendencia a presentar los mismos efectos que la elipse demarcada por el grupo químico Bipiridilo-Phenylperazole y Bipiridilo-Piretroide, sin embargo presenta mayores valores de sales cambiables Na Cmol(+)/Kg, Mg Na Cmol(+)/Kg, Ca Na Cmol(+)/Kg, Mo %, N%, Ce y en menor medida el resto de parámetros un posible explicación es que el Glyphosato se encuentre disponible en el suelo como fuente de carbono, permitiendo la fijación de nutrientes esenciales como N%, P ppm y K ppm por parte de los microorganismos y poniendo a dispersión en el suelo, sin embargo la presencia de sales en el medio podría ser influenciada por las frecuentes lluvias y textura franco arcillosa (Vistoso, 2020) del suelo, esto permite que se queden retenidos en la corteza, donde el exceso de disponibilidad podría generar problemas en la degradación de los parámetros (Vistoso, 2020).

El grupo químico Fosforados-Phenylpyrazole y Glycine-Phenylpyrazole con ingredientes activos Glyphosato y Fipronil, presentan elipses superpuestas, es decir los parámetros se encuentran disociados encontrándose mayores valores en parámetros como Mo %, Ce, N%, P (ppm), K (ppm), Cd, Ca Cmol(+)/Kg y en menor medida el resto de parámetros, muy similar a la elipse generada por el grupo químico Fosforados-Piretroide debido a que presentan el mismo ingrediente activo y los suelos presentan la misma textura.



#### 4.5.4. Índice de Calidad del suelo en cultivos de Cacao

Tabla 42: Índice de calidad General para suelos de Cacao

Factores	Indicador seleccionado	Coefficiente de ponderación	Promedio del parámetro	Wi*Cs	Q <sub>IN</sub>
F1	pH	0.352	6.590	2.320	43.958
	Ca Cmol(+)/kg		4.429	1.559	
	Mg Cmol(+)/kg		0.578	0.203	
	Al Cmol(+)/kg		0.024	0.008	
	H Cmol(+)/kg		0.361	0.127	
	Sat.Al (%)		0.524	0.184	
	Arena (%)		29.195	5.868	
F2	Arcilla (%)	0.201	29.300	5.889	
	P disponible (ppm)		12.597	2.532	
	Na Cmol(+)/kg		0.105	0.021	
	Limo (%)		41.510	6.559	
F3	CE (dS/cm)	0.158	0.193	0.030	
	K disponible (ppm)		113.784	17.978	
	K Cmol(+)/kg		0.293	0.046	
F4	Mo (%)	0.119	2.178	0.259	
	N (%)		0.114	0.014	
F5	Riqueza de Especie por Familia de Macrofauna	0.086	3.415	0.294	
F6	Cd (ppm)	0.085	0.776	0.066	

En la tabla N 47, se observa el valor del índice de calidad del suelo para cultivos de Cacao siendo un 43.95% y se encuentra clasificado como regular (Marcelo, 2017); además en la tabla se observa que los grupo químicos de herbicidas e insecticidas influyen en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del suelo de Luyando aumentando la variabilidad de los parámetros, el factor 1 influye en mayor proporción al índice de Calidad, conformado por pH, Ca Cmol(+)/Kg, Mg Cmol(+)/Kg, Al Cmol(+)/Kg, H Cmol(+)/Kg y Saturación de Aluminio (%) con un coeficiente de puntuación de 35.2% y en menor grado de influencia tenemos al factor 2 , 3, 4, 5 y 6; el factor 2 conformado por Arena (%), Arcilla(%), P disponible(ppm), Na Cmol(+)/Kg ,con un coeficiente de puntuación de 20.1% , para el factor 3 conformado por Limo (%), Ce (dS/cm), K disponible (ppm) y K Cmol (+)/Kg con un coeficiente de puntuación de 15.8 %, para el factor 4 conformado por Materia Orgánica (%) y Nitrógeno (%), con un coeficiente de puntuación de 11.9 %, para el factor 5 conformado por

Riqueza de especies por familia de macrofauna con un coeficiente de puntuación de 8.6 %, para el factor 5 conformado por Cadmio (ppm) con un coeficiente de puntuación de 8.5 %.

Una posible respuesta a los valores obtenidos en el índice de calidad del suelo con cultivos de Cacao, se debe al uso intensivo de insecticidas y herbicidas sistémicos, donde el 68.57% de los agricultores utilizan los insecticidas Famoss y Oberts compuesto por el grupo químico Phenylpyrazole y como ingrediente activo al Fipronil, para el caso de herbicidas el 37.14 % de los agricultores utilizan Fuego compuesto por el grupo químico Glycines y como ingrediente activo al Glyphosate; el 34.29% de los agricultores utilizan GliTec compuesto por el grupo químico Fosforados y como ingrediente activo al Glyphosate; la adsorción agroquímicos sistémicos en el suelo genera la formación de complejos constituyentes y contaminantes (Gonzales, 2008), donde se evidenció la relaciones como la disminución de la Materia orgánica y aumento del pH en el caso de los grupos químicos Bipiridilos; aumento de la Mo % como en el caso de los grupos químicos Fosforados y Glycines y en ambos se evidenció la acumulación de sales presentes en los suelos de Luyando.

El uso de herbicidas e insecticidas contribuyen a la degradación de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo (Martínez et al., 2010). Estas malas prácticas agrícolas se encuentran relacionadas con el nivel de educación, donde el 88.5% de los agricultores de cacao del distrito de Luyando presentan un nivel educativo entre primaria y secundaria, además la clasificación del índice de calidad del suelo obtenidos coinciden con los resultados de trabajos realizados cerca de la zona de estudio, según Robles (2020) en su investigación calidad del suelo según unidades fisiográficas del fundo de Tulumayo, donde los resultados obtenidos de calidad del suelo son 0.47 para terrazas altas, 0.5 para terrazas bajas, 0.5 para terrazas medias y 0.49 para terrazas bajas no inundables, clasificadas como calidad moderada, y siendo influenciados por pH ácido, bajos niveles de materia orgánica y saturación de bases pobres; en nuestra investigación se estimaron los índices de calidad del suelos con cultivo de 43.958% clasificada como regular, la diferencia de resultados se debe al criterio de muestreo y que nuestra investigación la influencia de los parámetros está en función a su variabilidad y coeficiente de puntuación.

Según León (2021) en su trabajo de investigación índice de calidad del suelo en el distrito de José Crespo y Castillo, mediante un análisis de componentes principales, se estimó un índice de 41.48 %, clasificado como regular; en nuestra investigación se estimaron los índices de calidad para suelos con cultivo de Cacao con 43.958%, clasificada como regular, la diferencia de resultados se debe al tipo de muestreo utilizado, en nuestra investigación se

recolectaron muestras superficiales en suelos de uso agrícola con cultivos de cacao , diferente a la investigación mencionada puesto que se recolectaron y analizaron muestras de suelo distribuidos a conveniencia en todo el distrito de estudio, además dentro de los parámetros considerados para estimar el índice de calidad del suelo no se consideró riqueza de especies por familia de macrofauna.

Según GUARDIÁN (2022) en su investigación calidad del suelo por estratos fisiográficos en el distrito de Santo Domingo De Anda, mediante un análisis de componentes principales se estimó un índice de 31,597% para Laderas de Colina, 33,206% para Laderas de Montaña y 30,094 para Terrazas, todas clasificados como regular, en nuestra investigación se estimó el índice de calidad para suelos con cultivo con 43.958%, clasificada como regular, la diferencia de resultados se debe a que la investigación mencionada presenta una distribución de los puntos según unidades fisiográficas, esto implica que los puntos de muestreo pueden disociarse, puesto que, se pueden ubicar en suelos con diferentes usos, esto genera que los resultados presenten una mayor variación, a diferencia de nuestra investigación que se analiza por grupo químicos de Herbicida e insecticida y explica cómo se relaciona con los parámetros e influye mediante su variabilidad al índice de calidad de suelo.

## V. CONCLUSIONES

Se identificó y clasificó los agroquímicos según su grupo funcional e ingrediente activo de su composición, siendo lo más utilizados el grupo químico Phenylpyrazole y como ingrediente activo el Fipronil en insecticidas, para el caso de herbicidas se utiliza el grupo químico Glycine y fosforados, ambos presentan como ingrediente activo el Glyphosate.

Se determinaron las propiedades físicas del suelo presentando diferencias significativas los grupos Bipiridilo-Piretroide con Fosforados-Phenylpyrazole y suelos donde no utilizan agroquímicos en el porcentaje de arena %, para el porcentaje de arcilla % los grupos Fosforados y Phenylpyrazole y Bipiridilo y Piretroide presentan diferencias significativas a diferencia del porcentaje de limo % que no presentan diferencias.

Las propiedades químicas si mostraron diferencia significativa en los grupos químicos Bipiridilo-Phenylpyrazole con Fosforados-Piretroide, Glycines-Phenylpyrazole y suelos donde no utilizan agroquímicos en los valores de pH, donde el Bipiridilo-Phenylpyrazole presenta un mayor valor; a diferencia con el resto de los parámetros donde no se encontró una diferencia significativa.

Se determinaron las propiedades biológicas del suelo como la riqueza de especies por familia de macrofauna y densidad de macrofauna en cultivo de Cacao, presentando un mayor número de especies y densidad de macrofauna los primeros estratos evaluados.

Se estimó el índice de calidad del suelo para cultivos de cacao presentando valores del índice que clasifica a la calidad del suelo como regular, encontrándose influenciada por el uso de Herbicidas e Insecticidas.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

Puesto que los suelos con cultivo de cacao en el distrito de Luyando presentan una calidad regular, la municipalidad deberá gestionar proyectos ambientales productivos, como la siembra con buenas prácticas agrícolas para mejorar la calidad del suelo.

Para mejorar la recuperación y restauración de suelos con cultivo de cacao o en el distrito de Luyando se deberá emplear tecnologías orgánicas sustentables que nos permitirán controlar las plagas (insectos y gramas) sin alterar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Complementar la investigación profundizando en el estudio de indicadores biológicos del suelo como la presencia de hongos y microorganismos, esto permitirá mejorar la representación del índice de calidad de la zona de estudio.

Trabajar de manera conjunta con los agricultores del distrito de Luyando, concientizándolos en temas de buenas prácticas agrícolas a través de métodos alternativos que permitan reemplazar el uso de agroquímicos, con la finalidad de lograr la sustentabilidad de nuestro recurso suelo, asimismo, mejorar su calidad.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROVIDA Armonía con el medio ambiente y el usuario (2010). Uso seguro y eficaz de plaguicidas. Lima, Perú. 33p.
- Amanullah. (2015). The Role of Beneficial Microbes (Biofertilizers) In Increasing Crop Productivity and Profitability. *EC Agriculture* 2.6: 504.
- Amaro Rocche, E. y Vilorio, J. A. (2014). Manejo del suelo para una producción sostenible. *Avances*, 15 (2): 156-265.
- Barbaro, L. Karlanian, M. Mata, D. (2013). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 7-8 p.
- Birkeland, P. (1974). *Pedology weathering and geomorphological research*. Oxford University Press
- Bornemisza, E. (1982). *Introducción a la Química de Suelos*, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 74 p.
- Bórtoli, Paula V, Verdenelli, Romina A, Conforto, Cinthia, Vargas Gil, Silvina, & Meriles, José M. (2012). Efectos del herbicida glifosato sobre la estructura y el funcionamiento de comunidades microbianas de dos suelos de plantaciones de olivo. *Ecología austral*, 22(1), 33-42. Recuperado en 05 de marzo de 2024, de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2012000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2012000100004&lng=es&tlng=es).
- Campos, S (2019) .Calidad De Suelo Del Cultivo De Cacao (Teobroma Cacao) En Diferentes Edades Sector Ventenjebe Distrito Y Provincia Tocache- San Martín [Tesis de Grado- Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio Institucional <https://repositorio.unas.edu.pe/>
- Carbajal, R. R. (1997). *Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas del Suelo*. Colombia: PRODUMEDIOS.
- Carrillo Zenteno, Manuel Danilo, Alves Fernandes, Raphael Bragança, Ferreira-Fontes, Renildes Lucio, & Pereira-Jordão, Cláudio. (2022). Availability and chemical associations of cadmium in contaminated tropical soils amended with mineral and organic amendments. *Terra Latinoamericana*, 40, e928. Epub 03 de febrero de 2023. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.928>
- Carson , R. L. (1962). *Primavera Silenciosa*. Estados Unidos: Edições Melhoramentos.
- CASAS, R. (2012). El suelo de cultivo y las condiciones climáticas. Madrid, España, Paraninfo. 237 p.
- Cearvelli, N., Nannipieri, P., & Sequi, P. (1978). Intereactions between agrochemicals and soil enzymes. *Soil.Enzymes Accademic Press*, 251-258.

- Celis,T (2020). Impacto sobre indicadores físicos y químicos del suelo con manejo convencional de coca y cacao Revista Ciencia UNEMI, 5-7
- CHAVES, et al. (2013) Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. Guayaquil: Facultad de ciencias agrarias y del ambiente, Universidad Francisco de Paula.. 15p.
- Chiesa, M. (1965). *Terapéutica vegetal*. Barcelona.
- Croft, B.A. 1990. Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley y Sons, New York. 723 p
- Dalurzo, H.C., Serial, R.C., Vasquez, S. Y Ratto, S. (2002). Indicadores químicos y biológicos de calidad de suelos en Oxisoles de Misiones (Argentina). Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE. Disponible en internet en la página web: <http://agrolluvia.com/>
- Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Estandar de Calidad Ambiental para Suelo 2 Diciembre, 2017 011-2017-MINAM
- Doménech, X. (1993). *Química ambiental:El impacto ambiental de los Residuos*. Madrid: Miraguano.
- Estupiñán, L. H., Gómez, J. E., Barrantes, V. J., Limas, L. F. 2009. Efecto de actividades agropecuarias en las características del suelo en el páramo El Granizo, (Cundinamarca - Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 12 (2): 79-89.
- FAO. (29 de Octubre de 2020). La agricultura Mundial en la perspectiva del año 2050. Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)
- Fassbender, H. (1975). Química de suelos con énfasis en Suelos de América Latina. 2ed. San José, Costa Rica. IICA. 404 p.
- Florida N, López C, Pocomucha V. (2012) Efecto del herbicida paraquat y glifosato en propiedades del suelo que condicionan el desarrollo de bacterias y fungi. *RevIA*.2:35--43.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6° Edición. Mc GRAW-HILL. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Gallardo Díaz, 1, Ortega Martos, A. Y Rodríguez Rastrero, M. (1990). Erosión en suelos agrícolas, ganaderos y forestales. En S. De Alba, J. Romea, D. Orueta y I Mondejar.(Ed.). *Hombre y Medio Ambiente*. Ayuntamiento de Alcobendas. pp. 365-373
- GARCÍA, A., DORRONSORO, C. (2006). Evaluación del carbono microbiano y la respiración basal en respuesta a la aplicación de lodo papelero en los suelos de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 34:215-229.
- GITS, F. Y. (2015). *La contaminación del Suelo Una Realidad Oculta*. (C. C. Alba, Trad.) Roma.

- González, C.; Thompson, J.; Martínez, Y.; Sánchez, N. (2010). Concentración de cadmio en partículas de diferentes tamaños de - 77 - un suelo de la cuenca del Lago de Valencia. Facultad de ingeniería. Disponible en: <http://www.scielo.org/ve/pdf/rfiucv/v25n2/art08.pdf>. Revisado el 26 de enero del 2015.
- González L, Hansen A. (2014) Efecto de la salinidad en la adsorción de un herbicida en suelos agrícolas. *Rev Int Contam Ambient.*30:191---9
- Guardian Rosario, F. V. M. (2022). Calidad ambiental del suelo por estratos fisiográficos en el distrito de Santo Domingo de Anda – Huánuco, 2021.
- Herrera Mayorga, Verónica, Ochoa Esparza, Diana Laura, Delgado-Maldonado, Timoteo, Paz-González, Alma D., Paredes-Sánchez, Francisco, & Rivera, Gildardo. (2023). Analysis of the  $\alpha$ -CYPERMETHRIN biodegradation by *Klebsiella pneumoniae* YH43. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 39, 54456. Epub 10 de noviembre de 2023. <https://doi.org/10.20937/rica.54456>
- Huaman Ayala, J. L. (2023). Diversidad de la macrofauna edáfica en el banco de germoplasma de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María – Perú, 2022.
- Jiménez, R., González, V. (2006). Edafología; La calidad de suelos como medida para su conservación. Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Geología y Geoquímica. Madrid, España, Vol. 13, 138 p.
- Johense, K., Jacobsen, C., & Torsvik, V. (2001). Pesticide effects on bacterial diversity in Agricultural soils. *Bio.Fertil.Solis*, 443-453.
- Komarék, M., Cadková, E., Chrastny, V., Bordás, F., & Bollinger, J. (2010). *Contamination of Vineyards soils with fungicides*. *Enviroment International*.
- Komárek, M., Cadková, E., Chrastný, V., Bordas, F. & Bollinger, J.-C. (2010). Contamination of vineyard soils with fungicides: a review of environmental and toxicological aspects. *Environment International*, 36(1): 138–151.
- Larson, W.E. Y Pierce, F.J., (1991). Conservación y mejora de la calidad del suelo. En: Dumanski, J. (Ed.), *Evaluación para el manejo sostenible de la tierra en el mundo en desarrollo*. Actas del Taller Internacional.
- Laserna, S. (2018). Temperatura del Suelo Agrícola. *AgroEs.es*, 1-3.
- León, E (2020). Índice De Calidad Ambiental Del Suelo En El Distrito De José Crespo Y Castillo [Tesis de Grado-Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional <https://repositorio.unas.edu.pe/>
- Lucas, R.W., Klaminder, J., Futter, M.N., Bishop, K.H., Egnell, G., Laudon, H., HÖGBERG, P. (2011). A meta-analysis of the effects of nitrogen additions on base cations: Implications for plants, soils, and streams. *Forest Ecology and Management*. 262(2):95-104.
- LUTERS, J. et al (1999). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Buenos Aires: United States Department of Agriculture, CRN-CNIA-INTA. 88 p.



- MADR. (2006). Plan Nacional para la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Ministerio de Agricultura y desarrollo rural, Dirección de desarrollo tecnológico y protección sanitaria.
- Marcelo, W. (2017). Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina. Ediciones INTA. CDD 631.4. Argentina. 293P. MARTINEZ, E. 2003. Reacción del suelo (pH). Rev. Batuco. Universidad de Chile. 1-34pp.
- Martínez, G & Palacio, C. (2010). Determinación de metales pesados cadmio y plomo en suelos y granos de cacao fresco y fermentado mediante espectroscopia de absorción atómica de llama. Universidad industrial recuperado de: 89 <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/397/2/136115.pdf> f.
- MINAGRI-DGPA-DEEIA. (2016). Estudio del CACAO en el Perú y en el Mundo, un análisis de la producción y el comercio. Copyright: Ministerio de Agricultura y Riego, Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. Lima – Perú, 90 p.
- MINAM (2017). Guía para muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. 39 p.
- Muñoz Capponi, E. A. (2017). *Efecto de fipronil en núcleos de abejas* [Tesis]. Universidad de Concepción-Chile.
- Navarrete, A., Vela, G., López, J., Rodríguez, M. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. México, D. F. Vol 1: 29- 37 p.
- OLIVEIRA, L. (2000). De fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapaagrobiología. 46 p.
- ORTIZ, B., ORTIZ, C. (1990). Edafología. Editora V. Gómez Cueva, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 394 p.
- PASHANASI, B. (2001). Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia peruana. Folia Amazónica. 12(1-2):75-797.
- Peña Córdova, K. D. (2018). Evaluación de riesgo ambiental de los pesticidas metamidofos, alfa-cipermetrina y su mezcla en *Eisenia andrei*.
- Pietrzak, U. (2004). Cooper accumulations, distributions and fractionation in vineyards solis of victoria. *Geoderma*, 151-166.
- Pimentel, D., Andow, D.A. (1984). Pest Management And Pesticide Impacts. *Insect Science And Its Application*. 5:141-149.
- Ponce G, Cantú PC, Flores A, et al. Modo de acción de los insecticidas. *Rev Salud Publica Nutr*. 2006;7(4):.
- Robin (2005). Efecto del control de malezas con paraquat y glifosato sobre la erosión y pérdida de nutrimentos del suelo en cafeto. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 77–87.
- Robles Mitma, M. B. (2021). Calidad de suelo mediante indicadores del centro de investigación y producción Tulumayo (CIPTALD) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

- Rodríguez, S.; Martínez, N; Romero, P.; Sandalio, L. 2008. Toxicidad del cadmio en plantas. *Ecosistemas* 17(3):139-146. Septiembre 2008.
- SAGARPA, J. (2012). Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Subíndice de uso sustentable del suelo – Metodología de cálculo. [En línea]: Smye.info, ([http://smye.info/rn/ind\\_fin/suelos/Documento metodologico\\_suelos.pdf](http://smye.info/rn/ind_fin/suelos/Documento_metodologico_suelos.pdf), Documentos, 02 nov. 2020).
- Salamanca Jiménez, A., & Siavosh, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafe.org*. pag 2-5.
- Salem, A; Bedade, K; Al-waleed, S (2020). Evaluación de propiedades fisicoquímicas y concentración de metales pesados en suelos agrícolas fertilizados con fertilizantes. *Heliyon* 1-10
- Sánchez, J. (2007). Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas. [En línea]: UNNE, (<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>, 25 noviembre 2014.
- Sánchez, M (2017). Evaluación Del Contenido De Metales Pesados (Cd Y Pb) En Diferentes Edades Y Etapas Fenológicas Del Cultivo De Cacao En Dos Zonas Del Alto Huallaga [Tesis de Grado-Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional <https://repositorio.unas.edu.pe/>
- Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación Sagarpa. (2012). Subíndice de uso sustentable del suelo – Metodología de Cálculo. Componente: Línea de Base del Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales. 58 p. STEVENSON, F.J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, composition, reactions*. Wiley, New York.
- Tantalean, E. (2017). De la tesis titulada, “Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao ccn-51 en suelo aluvial y residual”, para optar el título profesional de: Ingeniero Agrónomo, en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú.
- Tarrillo (2019). Análisis De Los Cambios De Cobertura Y Uso Del Suelo Con Imágenes Satelitales Del Distrito De Tacabamba Años 2003 Y 2018 [Tesis de Grado-Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2952>
- Tian, L., Dell, E., Shi, W. (2010). Chemical composition of dissolved organic matter in agroecosystems: correlations with soil enzyme activity and carbon and nitrogen mineralization. *Appl. Soil Ecol.* 46:426-435.
- Tian, W., Wang, L., Li, Y., Zhuang, K., Li, G., Zhang, J., Xiao, X., Xi, Y. (2015). Responses of microbial activity, abundance, and community in wheat soil after three years of heavy fertilization with manure-based compost and inorganic nitrogen. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* 213:219-227.
- Tofiño Rivera, A. P., Carbone Murgas, R. E., Melo Ríos, A. E., & Merini, L. J. (2020). Efecto del glifosato sobre la microbiota, calidad del suelo y cultivo de frijol biofortificado en

- el departamento del Cesar, Colombia. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(1), 61–71.
- Valk, H.V.D., Koeman, J.H. (1988). Ecological impact of pesticide use in developing countries. Ministry of Housing, Physical Planning and Environment. The Hague, The Netherlands.
- WEAVER, MA; LJ KRUTZ; RM ZABLOTOWICZ & KN REDDY. 2007. Effects of glyphosate on soil microbial communities and its mineralization in a Mississippi soil. *Pest Manag. Sci.* 63:388-393.
- WELLINTON, J. (1995). Abundancia, Distribuicao Vertical e Fenología da fauna de arthropoda de uma região de agua mista, próxima de Manaus, am. Brasil
- Wong, A. (2017). De la tesis titulada, “Determinación de cadmio (cd) en suelo de cultivo para cacao CCN-51 mediante análisis de espectroscopia de absorción atómica”, para optar el título profesional de: Ingeniero Ambiental, en la Universidad de Guayaquil – Ecuador.

## VIII. ANEXOS

### 8.1. Matriz de consistencia

Identificación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Diseño metodológico
General	General	General		Propiedades Físicas	Textura	Razón	
¿Cuál es el índice de Calidad del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ), en el distrito de Luyando, - 2022?	Estimar el índice de calidad del suelo por el uso de agroquímicos en cultivos de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) en el distrito de Luyando- 2022.	El uso de Agroquímicos en los cultivos de Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ), afecta significativamente al índice de calidad del suelo, en el distrito de Luyando 2022	""DEPENDIENTE":  CALIDAD DEL SUELO	Propiedades Físicas	pH	Razón	<pre>                     graph TD                         A[Población o Muestra] --&gt; B[Observación: Calidad ambiental del suelo]                         B --&gt; C[Propiedades Físicas]                         C --&gt; D[Muestra 1,2,3... "n"]                         D --&gt; E[Propiedades Química]                         E --&gt; F[Muestra 1,2,3... "n"]                         F --&gt; G[Propiedades Biológicas]                         G --&gt; H[Muestra 1,2,3... "n"]                     </pre>
				Propiedades Químicas	Potasio	Razón	
				Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Potasio Intercambiable	Razón	
				Magnesio Intercambiable	Razón	Razón	
				Calcio Intercambiable	Razón	Razón	
				Sodio Intercambiable	Razón	Razón	

	Propiedades Biológicas	Densidad de Microfauna	Razón
"INDEPENDIENTE": AGROQUÍMICOS EN SUELOS DE CACAO	Herbidas	Grupo químico 1 . Grupo químico n	Razón
	Insecticida	Grupo químico 1 . Grupo químico n	Razón
	Testigo	Grupo químico 1 . Grupo químico n	Razón

## 8.2. Instrumento de medición



### ENCUESTA PARA EL PROYECTO DE TESIS “CALIDAD AMBIENTAL DEL SUELO POR EL USO DE AGROQUÍMICOS EN CULTIVOS DE CACAO (*Theobroma Cacao*) EN EL DISTRITO DE LUYANDO, LEONCIO PRADO, HUÁNUCO-2022”



#### I. DATOS GENERALES:

1. Sexo:  
Masculino ( )      Femenino ( )
2. Edad:  
18-30 ( )    31-40 ( )    41-50 ( )    51 a más ( )
3. ¿Qué nivel de educación cuenta usted?  
a) Primaria completa    b) Secundaria completa  
c) Estudio superior    d) Sin nivel educativo
4. ¿Estado Civil?  
a) Soltero      b) Casado    c) Divorciado  
d) Conviviente    d) Separados
5. ¿Número de Hijos?  
1-3 ( )      4-8 ( )      8 a más ( )

#### II. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN ECONÓMICA

6. ¿Cuánto es su ingreso mensual promedio?  
a) s/.300 a s/.500    b) s/.500 a s/.1500  
c) s/.1500 a s/.2000    d) s/. 2000 a más
7. ¿Con qué tipo de seguro cuenta?  
a) SIS    b) EsSalud    c) No cuenta    d) Otro
8. ¿Cuál es el tipo de posesión del Terreno con cultivo de Cacao?  
a) Propietario      b) Arriendo del Terreno  
c) Programa Social    e) No Registrado

#### III. IDENTIFICACIÓN DE AGROQUÍMICOS

9. ¿Cuantas hectáreas dispone actualmente?  
1-8 ( )    9-15 ( )    16-25 ( )    25 a más ( )
10. ¿Que Variedad de Cacao presenta en su terreno?  
CCN-51 ( )    Aromático ( )    Ordinario o Común ( )
11. ¿Que insecticidas utilizas en cultivos de Cacao?  
Famoss ( )  
Oberts ( )  
Campal ( )  
Kañón ( )  
Otro ( )

#### II. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN ECONÓMICA

12. ¿Con que frecuencia utilizas los insecticidas en cultivos de Cacao?  
0 vez al año( )  
1 vez al año( )  
2 veces al año( )  
3 veces al año( )  
4 veces al año( )  
5 veces a más ( )

#### En caso de no utilizar insecticidas

13. ¿Como controla los insectos en cultivos de Cacao?  
Embolsado de Frutos ( )  
Orina en botellas( )  
Rocear con Spray( )  
Otro( )
14. ¿Que herbicidas utilizas en cultivos de Cacao?  
Fuego ( )  
Reglone ( )  
GliTec (glifosatos en general) ( )  
Paraquat ( )  
Otro ( )

15. ¿Con que frecuencia utilizas los herbicidas en cultivos de Cacao?  
0 vez al año( )  
1 vez al año( )  
2 veces al año( )  
3 veces al año( )  
4 veces al año( )

#### En caso de no utilizar Herbicidas

16. ¿Como maneja el crecimiento de malezas en su cultivo de Cacao?  
Cultivar con machete ( )  
Cultivar con Motoguadaña ( )  
Realiza quemas( )  
Otro( )

8.3. Resultados de la encuesta

Figura 25: Sexo de los agricultores del distrito de Luyando

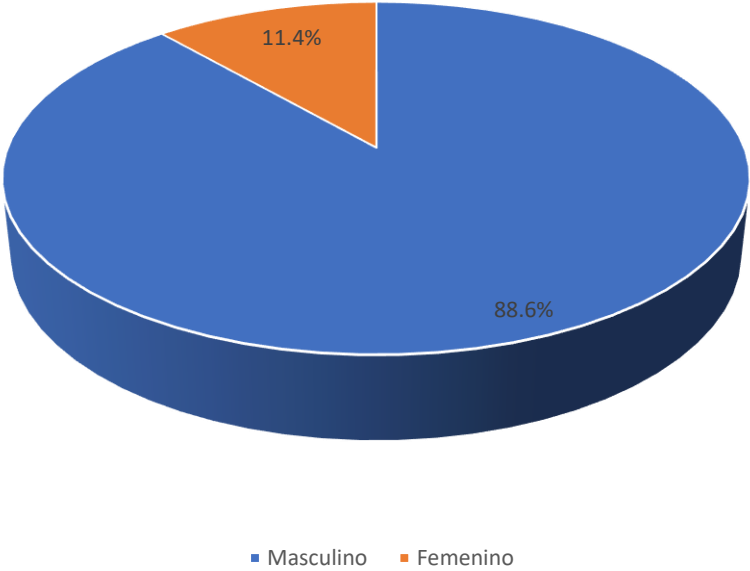


Figura 26: Edad de los agricultores del distrito de Luyando

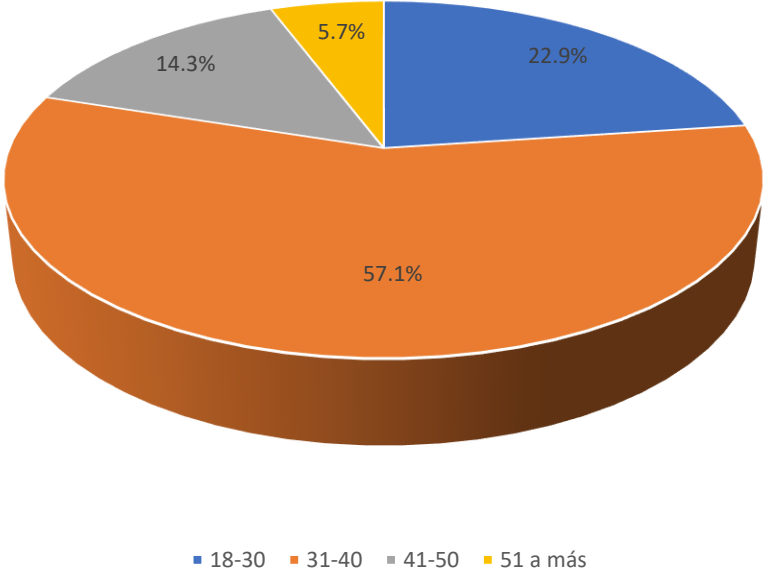


Figura 27: Nivel de educación de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

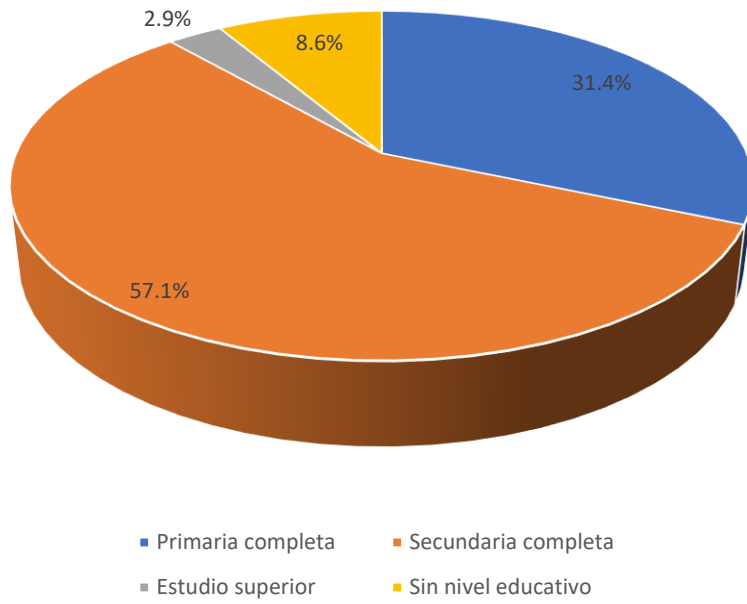


Figura 28: Estado civil de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

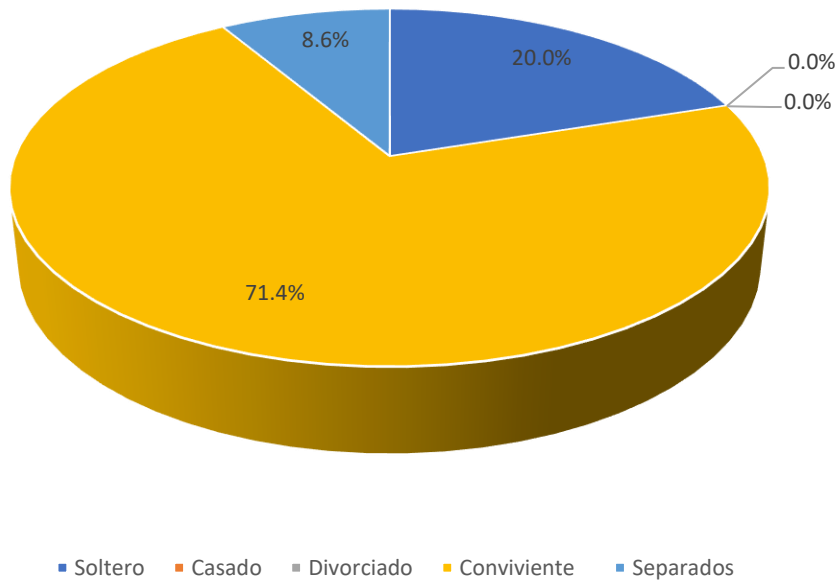




Figura 29: Número de hijos de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

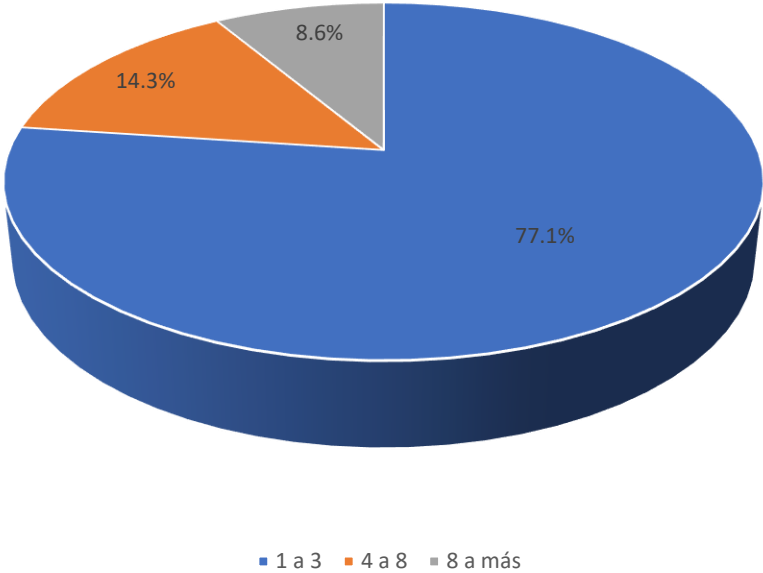


Figura 30: Ingreso mensual de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

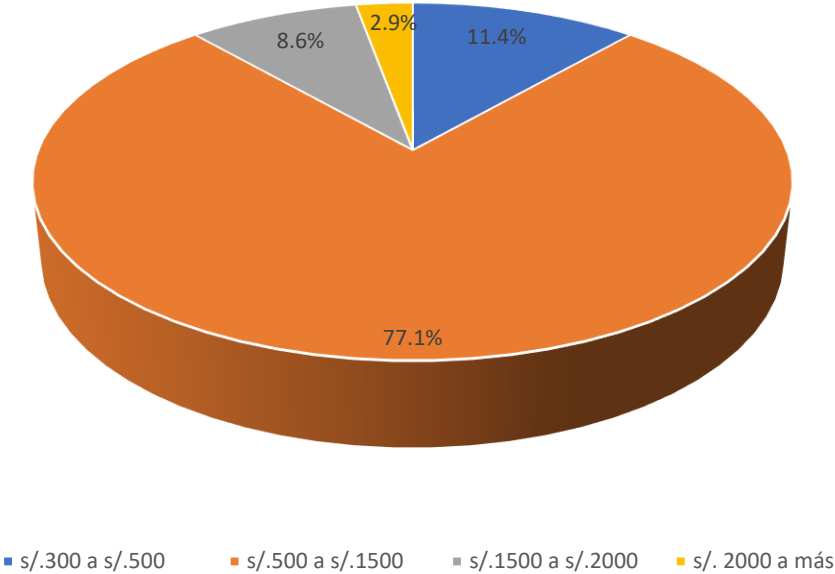


Figura 31: Tipo de seguro de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

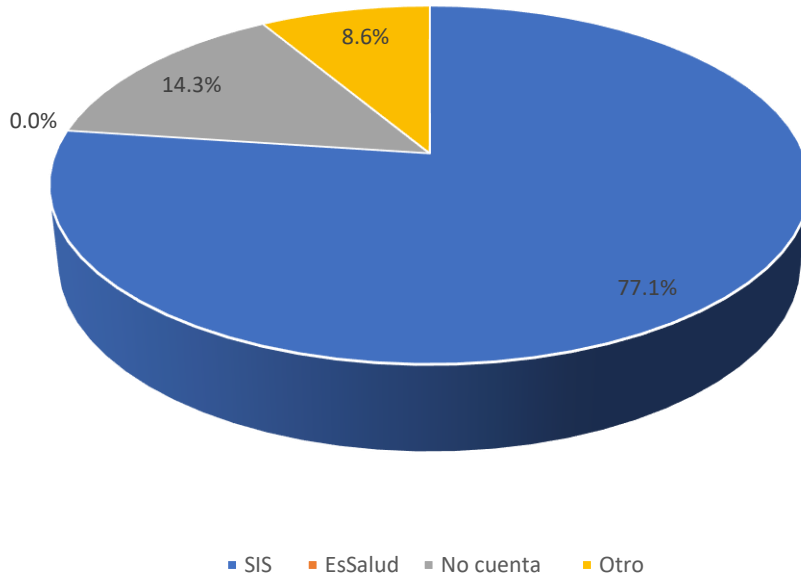


Figura 32: Tipo de posesión de terreno de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

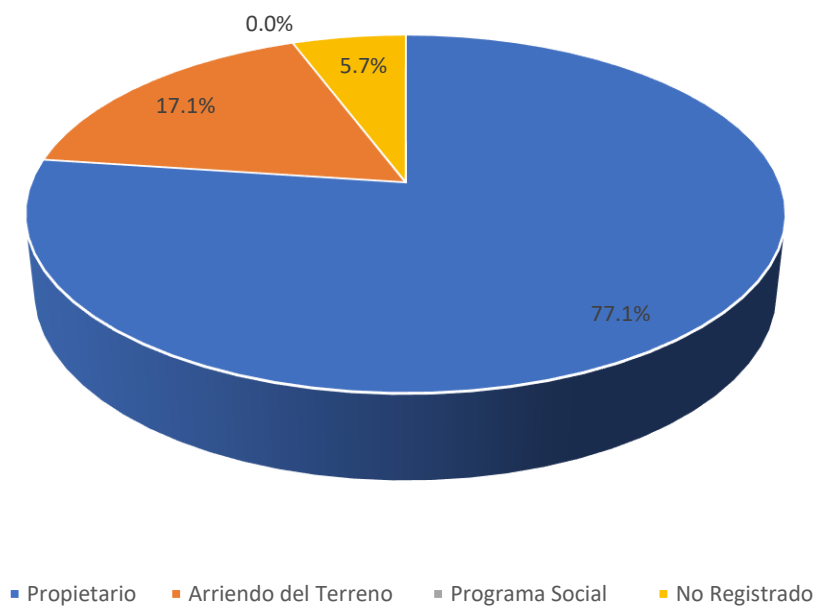


Figura 33:Hectareas de suelo de los agricultores de Cacao en el distrito de Luyando

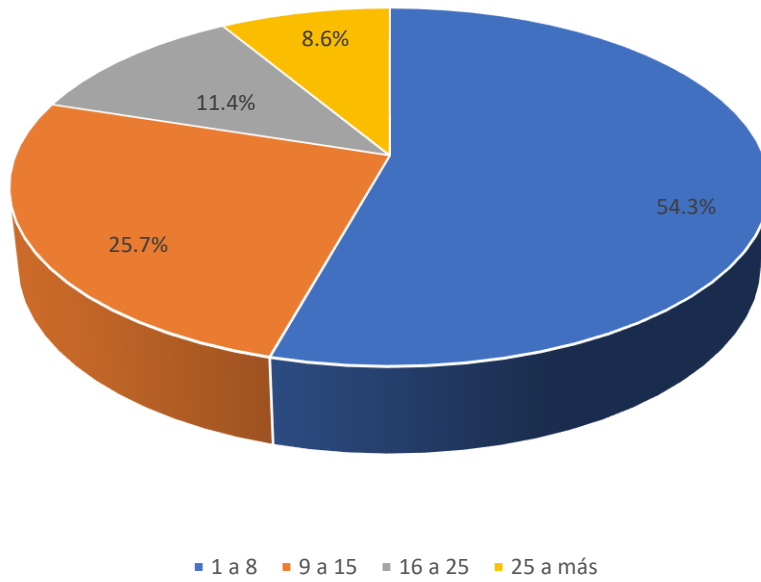


Figura 34:Variedades de Cacao que disponen los agricultores del distrito de Luyando

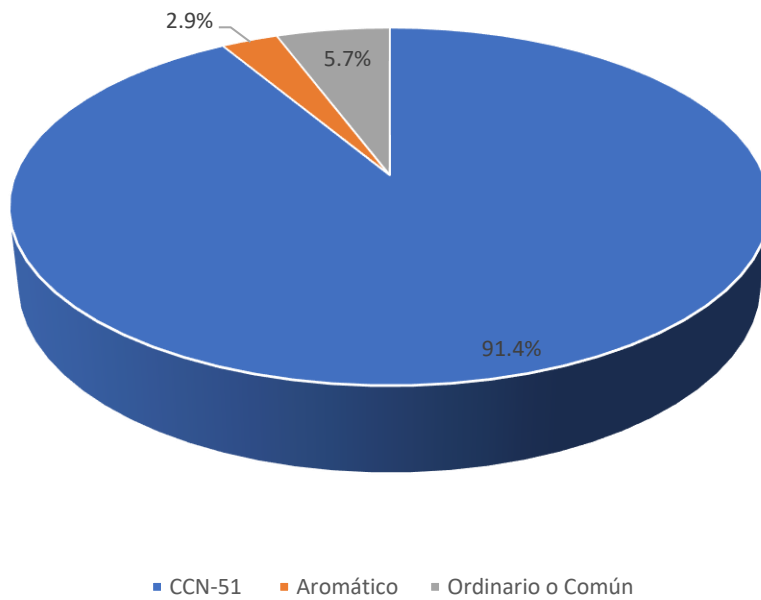


Figura 35: Insecticidas que utilizan los agricultores del distrito de Luyando

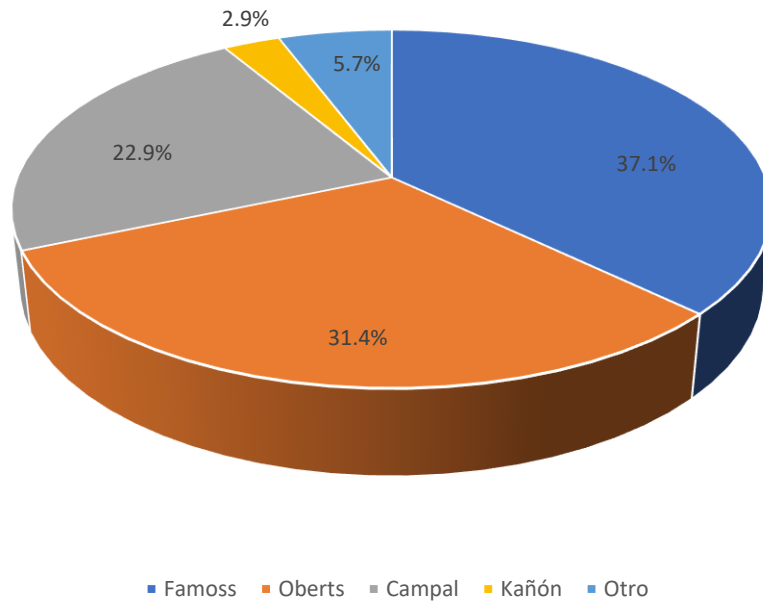


Figura 36: Frecuencia del uso de insecticidas en cultivos de Cacao

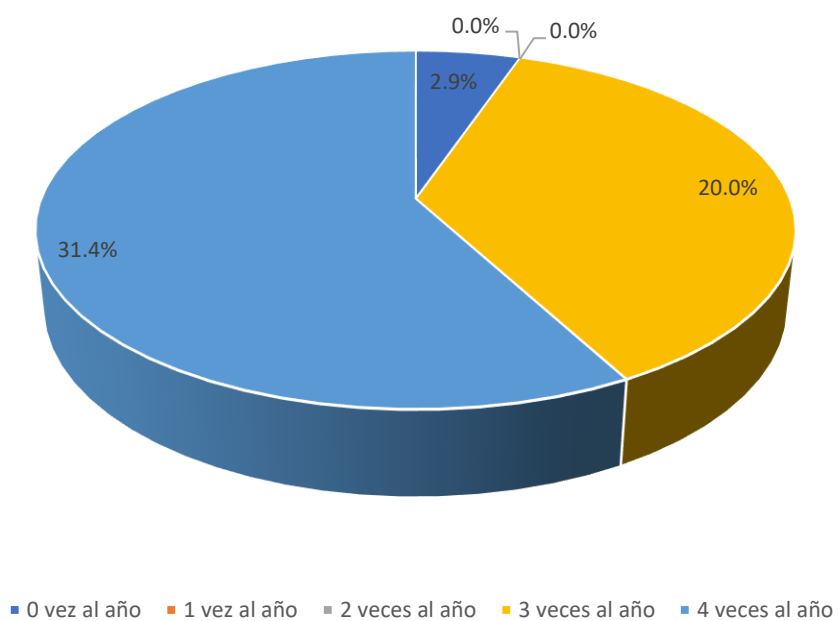


Figura 37: Métodos alternativos para el uso de insecticidas en cultivos de cacao

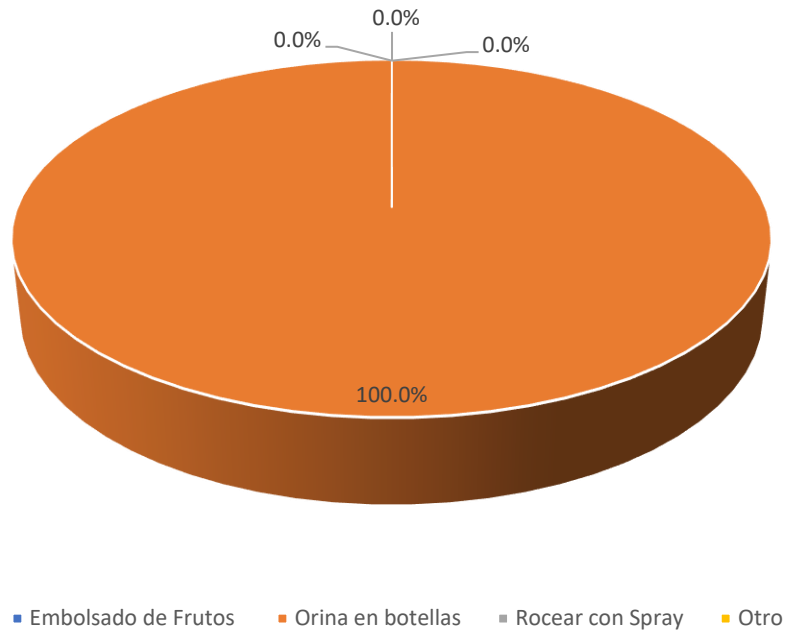


Figura 38: Herbicidas que utilizan los agricultores del distrito de Luyando

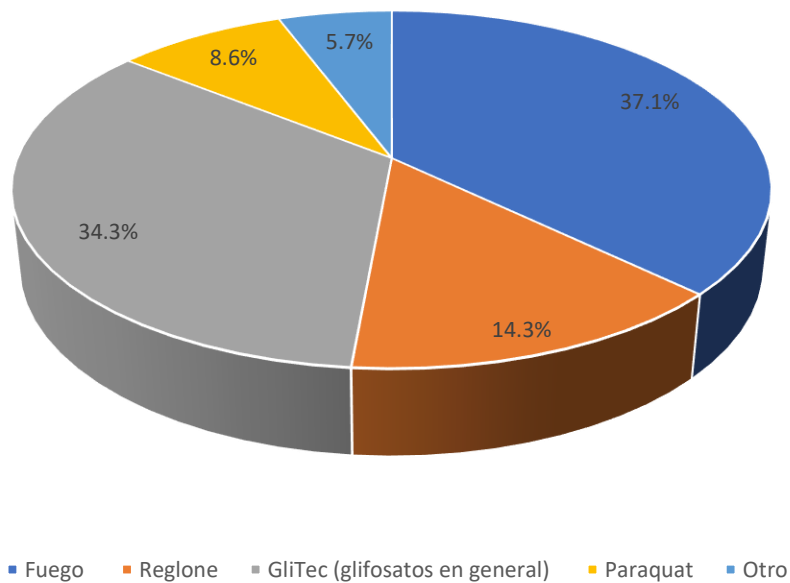


Figura 39:Frecuencia del uso de herbicidas en cultivos de Cacao

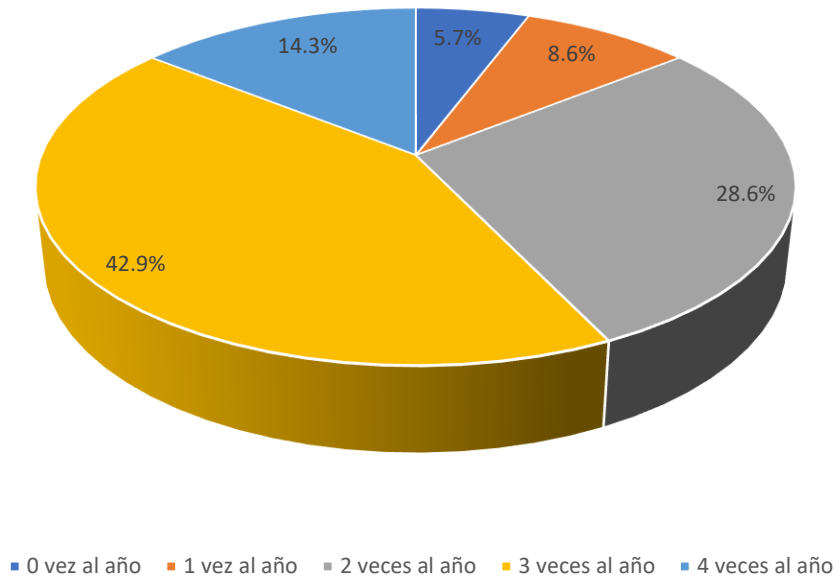
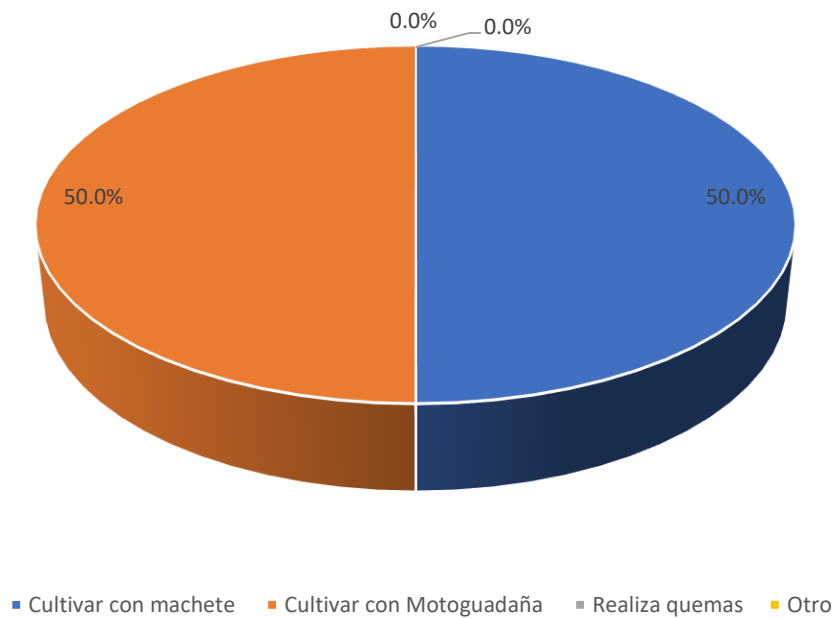


Figura 40:Métodos alternativos para el uso de herbicidas en cultivos de cacao



## 8.4. Correlación de Spearman

Tabla 43: Correlación de Spearman de los parámetros analizados

Parámetros	Arena	Arcilla	Limo	pH	CE	Mo	N	P_dis	K_dis	Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas_cam	Ac_cam	Sat_Al	Cd	
	%	%	%		dS/cm	%	%	ppm	ppm	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	Cmol(+)/kg	%	%	%	ppm	
Arena	%	1	-0.591	-0.634	0.156	0.139	-0.256	-0.151	-0.328	-0.232	-0.045	-0.121	-0.208	0.200	0.088	-0.107	0.037	-0.037	0.117	-0.177
Arcilla	%	-0.591	1	-0.249	-0.243	-0.057	0.074	0.056	0.299	0.285	-0.097	-0.109	0.267	-0.020	0.225	0.423	-0.371	0.371	0.085	0.244
Limo	%	-0.634	-0.249	1	0.046	-0.115	0.236	0.127	0.107	0.004	0.148	0.252	-0.007	0.259	-0.322	-0.277	0.312	-0.312	-0.223	-0.022
pH		0.156	-0.243	0.046	1	0.451	-0.273	-0.076	-0.240	0.195	0.811	0.482	0.224	0.042	-0.589	-0.459	0.541	-0.541	-0.498	-0.082
CE	dS/cm	0.139	-0.057	-0.115	0.451	1	0.004	0.202	-0.241	0.299	0.186	-0.019	0.301	-0.178	-0.262	-0.223	0.286	-0.286	-0.284	0.093
Mo	%	-0.256	0.074	0.236	-0.273	0.004	1	0.723	0.025	0.136	-0.117	0.021	0.144	0.215	-0.005	-0.037	0.068	-0.068	-0.063	-0.108
N	%	-0.151	0.056	0.127	-0.076	0.202	0.723	1	0.050	0.238	-0.056	0.050	0.290	0.227	-0.056	-0.106	0.150	-0.150	-0.149	-0.039
P_dis	ppm	-0.328	0.299	0.107	-0.240	-0.241	0.025	0.050	1	0.208	-0.192	-0.108	0.294	0.244	0.198	-0.059	-0.027	0.027	0.301	0.519
K_dis	ppm	-0.232	0.285	0.004	0.195	0.299	0.136	0.238	0.208	1	0.198	0.052	0.903	0.044	-0.122	-0.153	0.186	-0.186	-0.094	-0.139
Ca	Cmol(+)/kg	-0.045	-0.097	0.148	0.811	0.186	-0.117	-0.056	-0.192	0.198	1	0.812	0.153	0.182	-0.801	-0.572	0.703	-0.703	-0.692	-0.040
Mg	Cmol(+)/kg	-0.121	-0.109	0.252	0.482	-0.019	0.021	0.050	-0.108	0.052	0.812	1	0.055	0.213	-0.784	-0.539	0.682	-0.682	-0.707	-0.045
K	Cmol(+)/kg	-0.208	0.267	-0.007	0.224	0.301	0.144	0.290	0.294	0.903	0.153	0.055	1	0.100	-0.140	-0.186	0.214	-0.214	-0.125	-0.092
Na	Cmol(+)/kg	0.200	-0.020	0.259	0.042	-0.178	0.215	0.227	0.244	0.044	0.182	0.213	0.100	1	-0.096	-0.067	0.082	-0.082	-0.082	-0.100

Al	Cmol(+)/kg	0.088	0.225	-0.322	-0.589	-0.262	-0.005	-0.056	0.198	-0.122	-0.801	-0.784	-0.140	-0.096	1	0.654	-0.824	0.824	0.886	-0.098
H	Cmol(+)/kg	-0.107	0.423	-0.277	-0.459	-0.223	-0.037	-0.106	-0.059	-0.153	-0.572	-0.539	-0.186	-0.067	0.654	1	-0.937	0.937	0.377	-0.099
Bas cam	%	0.037	-0.371	0.312	0.541	0.286	0.068	0.150	-0.027	0.186	0.703	0.682	0.214	0.082	-0.824	-0.937	1	-1.000	-0.648	0.108
Ac cam	%	-0.037	0.371	-0.312	-0.541	-0.286	-0.068	-0.150	0.027	-0.186	-0.703	-0.682	-0.214	-0.082	0.824	0.937	-1.000	1	0.648	-0.108
Sat Al	%	0.117	0.085	-0.223	-0.498	-0.284	-0.063	-0.149	0.301	-0.094	-0.692	-0.707	-0.125	-0.082	0.886	0.377	-0.648	0.648	1	-0.059
Cd	ppm	-0.177	0.244	-0.022	-0.082	0.093	-0.108	-0.039	0.519	-0.139	-0.040	-0.045	-0.092	-0.100	-0.098	-0.099	0.108	-0.108	-0.059	1

## 8.5. Resultados del análisis de suelos

Tabla 44: Resultados fisicoquímicos de los suelos en cultivos de cacao

Nº	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	CE	M.O.	N	C	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	ppm
	Código del Laboratorio.	Código del Solicitante	Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textural									Ca	Mg	K	Na	Al	H					
1	S0001	PMDL001	21	27.8	51.3	Franco Arcillo Limoso	7.9	0	2.5	0.1	15.5	100.5	8.7	7.6	0.8	0.2	0.2	0	0	100	0	0	0.12		
2	S0002	PMDL002	21	35.8	43.3	Franco Arcillo Limoso	6	0	1.8	0.1	7.5	111	7.1	5.9	0.9	0.2	0.1	0	0	100	0	0	0.22		
3	S0003	PMDL003	31	27.8	41.3	Franco Arcillo Limoso	5.8	0	2.5	0.1	7.2	68	6	4.9	0.9	0.2	0.1	0	0	100	0	0	0.28		
4	S0004	PMDL004	27	29.8	43.3	Franco Arcillo Limoso	7.7	0	2.4	0.1	26.4	97	7.8	6.7	0.9	0.2	0.1	0	0	100	0	0	0.26		



5	S0005	PMDL005	21	35.8	43.3	Franco Arcillo Limoso	6.3	0	2.2	0.1		13.8	197.4	7.1	6	0.6	0.5	0.1	0	0		100	0	0	0.28
6	S0073	PMDL007	35.5	23.4	41.1	Franco	8.5	0.2	1.1	0.1	0.6	4.2	105	6.6	5.6	0.6	0.3	0.1	0	0		100	0	0	0.63
7	S0074	PMDL010	39.5	19.4	41.1	Franco	6.3	0.3	2.1	0.1	1.2	3.2	103.5	4.4	3.7	0.3	0.2	0.1	0	0		100	0	0	0.63
8	S0075	PMDL011	33.5	25.4	41.1	Franco	6.4	0.2	2.6	0.1	1.5	3.7	80	5.7	4.9	0.6	0.1	0.1	0	0		100	0	0	1.12
9	S0076	PMDL013	47.5	25.4	27.1	Franco	5	0.1	2.1	0.1	1.2	5	75		1.1	0.2	0.1	0.1	0.2	1.4	3.1	49	51	5.5	0.50
10	S0077	PMDL015	31.5	19.4	49.1	Franco	6.6	0.2	1.5	0.1	0.9	6.7	86.5	5.4	4.5	0.6	0.2	0.1	0	0		100	0	0	0.69
11	S0078	PMDL017	25.5	47.4	27.1	Arcilloso	4.7	0.1	1.2	0.1	0.7	5.5	98.5		1.2	0.3	0.2	0.1	0.2	5.8	7.7	22.6	77.4	2	0.53
12	S0079	PMDL018	29.5	23.4	47.1	Franco	7.9	0.4	2.7	0.1	1.6	7.9	156.4	6.8	5.5	0.6	0.5	0.1	0	0		100	0	0	0.74
13	S0080	PMDL022	21.5	41.4	37.1	Arcilloso	8.1	0.4	3.1	0.2	1.8	24.8	190.9	7	5.6	0.7	0.6	0.1	0	0		100	0	0	0.79
14	S0081	PMDL024	37.5	15.4	47.1	Franco	6.5	0.3	2.1	0.1	1.2	6.2	110	5.5	4.4	0.7	0.2	0.1	0	0		100	0	0	0.83
15	S0088	PMDL027	43.5	19.4	37.1	Franco	5.6	0.1	1.1	0.1	0.6	12.6	99	4.4	3.5	0.6	0.2	0.1	0	0		100	0	0	0.66
16	S0089	PMDL030	37.5	31.4	31.1	Franco Arcilloso	6.7	0.2	2.5	0.1	1.5	3.4	97.5	6.1	5.2	0.6	0.2	0.1	0	0		100	0	0	1.65
17	S0090	PMDL031	57.5	15.4	27.1	Franco Arenoso	8.4	0.2	1.1	0.1	0.6	3.5	102.5	6.6	5.6	0.6	0.3	0.1	0	0		100	0	0	0.57
18	S0091	PMDL032	33.5	23.4	43.1	Franco	8.2	0.4	1.4	0.1	0.8	4	115.4	7.2	6.1	0.6	0.3	0.1	0	0		100	0	0	0.55
19	S0092	PMDL033	35.5	15.4	49.1	Franco	7.6	0.3	1.9	0.1	1.1	13.9	78	5.6	4.7	0.7	0.1	0.1	0	0		100	0	0	0.80
20	S0093	PMDL034	27.5	33.4	39.1	Franco Arcilloso	6.7	0.2	2.1	0.1	1.2	3.6	102.5	5.6	4.7	0.6	0.2	0.1	0	0		100	0	0	0.73
21	S0094	PMDL036	25.5	37.4	37.1	Franco Arcilloso	8.1	0.3	2.1	0.1	1.2	6.2	145.9	6.8	5.6	0.6	0.5	0.1	0	0		100	0	0	0.71
22	S0095	PMDL037	25.5	35.4	39.1	Franco Arcilloso	8.3	0.3	1.1	0.1	0.6	4.8	119.4	6.9	5.8	0.6	0.4	0.1	0	0		100	0	0	0.55
23	S0096	PMDL038	31.5	29.4	39.1	Franco Arcilloso	8.3	0.3	1.9	0.1	1.1	6.2	91	6.3	5.4	0.6	0.2	0.1	0	0		100	0	0	0.68
24	S0097	PMDL021	17.5	41.4	41.1	Arcillo Limoso	6	0.4	2.1	0.1	1.2	3.5	135.4	5.2	4.2	0.6	0.3	0.1	0	0		100	0	0	0.53
25	S0098	PMDL041	37.5	25.4	37.1	Franco	5.8	0.2	1.9	0.1	1.1	6.7	135.9	4.8	3.6	0.7	0.4	0.1	0	0		100	0	0	0.59

26	S0099	PMDL035	23.5	27.4	49.1	Franco Arcillo Limoso	8.1	0.3	1.3	0.1	0.8	7.6	168.4	7	5.8	0.6	0.5	0.1	0	0	100	0	0	0.67	
27	S0100	PMDL039	21.5	33.4	45.1	Franco Arcillo Limoso	5.3	0.1	1.6	0.1	1	16.2	85		1.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.9	2.9	66.7	33.3	3.5	0.66
28	S0101	PMDL009	13.5	45.4	41.1	Franco Arcillo Limoso	6.3	0.2	1.6	0.1	0.9	48.5	91.5	6	5	0.6	0.2	0.1	0	0	100	0	0	3.87	
29	S0102	PMDL016	25.5	37.4	37.1	Franco Arcilloso	5.3	0.1	2.3	0.1	1.4	55.8	154.4		2	0.3	0.6	0.1	0.1	0.6	3.7	81.5	18.5	2.3	0.58
30	S0103	PMDL006	25.5	39.4	35.1	Franco Arcilloso	6.2	0.3	2.2	0.1	1.3	12.7	110	6.7	5.6	0.7	0.3	0.1	0	0	100	0	0	0.83	
31	S0104	PMDL019	21.5	33.4	45.1	Franco Arcillo Limoso	5.9	0.1	1.7	0.1	1	46.2	106.5	4.8	3.8	0.6	0.3	0.1	0	0	100	0	0	2.64	
32	S0105	PMDL020	5.5	23.4	71.1	Franco Limoso	6.3	0.1	3.5	0.2	2	8.3	91.5	5.1	4.2	0.6	0.2	0.1	0	0	100	0	0	0.68	
33	S0106	PMDL012	23.5	29.4	47.1	Franco Arcillo Limoso	6.3	0.1	2.5	0.1	1.5	3.7	100.5	5.5	4.5	0.7	0.3	0.1	0	0	100	0	0	0.85	
34	S0107	PMDL026	25.5	35.4	39.1	Franco Arcilloso	6.6	0.3	3.3	0.2	1.9	5.1	146.4	6.6	5.3	0.7	0.4	0.1	0	0	100	0	0	0.52	
35	S0108	PMDL023	19.5	29.4	51.1	Franco Arcillo Limoso	5.7	0.2	3.2	0.2	1.8	39.6	138.4	5.1	3.8	0.7	0.5	0.2	0	0	100	0	0	0.90	
36	S0109	PMDL040	19.5	41.4	39.1	Arcilloso	4.8	0.1	3	0.1	1.7	7.5	98.5		1.5	0.2	0.2	0.1	0.1	5.4	7.5	27.3	72.7	1.6	0.57
37	S0110	PMDL014	33.5	27.4	39.1	Franco Arcilloso	5.5	0.3	3.8	0.2	2.2	4.2	107.5		2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.3		100	0	0	0.57
38	S0111	PMDL029	33.5	25.4	41.1	Franco	5	0.1	2.2	0.1	1.3	43	130.9		1.4	0.2	0.3	0.1	0.2	0.4	2.6	77.8	22.2	6.6	0.93
39	S0112	PMDL025	17.5	21.4	61.1	Franco Limoso	5.6	0.1	2.8	0.1	1.6	5	111	4.3	3.3	0.6	0.3	0.1	0	0	100	0	0	0.51	
40	S0113	PMDL028	47.5	25.4	27.1	Franco	6.1	0.2	3.6	0.2	2.1	3.7	108.5	5.4	4.4	0.6	0.3	0.1	0	0	100	0	0	0.77	
41	S0114	PMDL008	45.5	21.4	33.1	Franco	7.8	0.2	1.6	0.1	0.9	3.4	114	6.5	5.5	0.6	0.3	0.1	0	0	100	0	0	0.55	



Figura 41: Identificación de áreas con cultivo de Cacao en el distrito de Luyando



Figura 42: Identificación de áreas con cultivo de Cacao en el distrito de Luyando



Figura 43: Identificación de áreas con cultivo de Cacao en el distrito de Luyando



Figura 44: Toma de coordenadas de áreas con cultivo de Cacao



Figura 45: Ubicación y limpieza del punto de muestreo



Figura 46: Toma de muestra superficial de Suelo



Figura 47: Cuarteo de muestra de suelo recolectada en la 1Ha de trabajo



Figura 48: Recolección de la muestra

## 8.6. Análisis de parámetros en el laboratorio

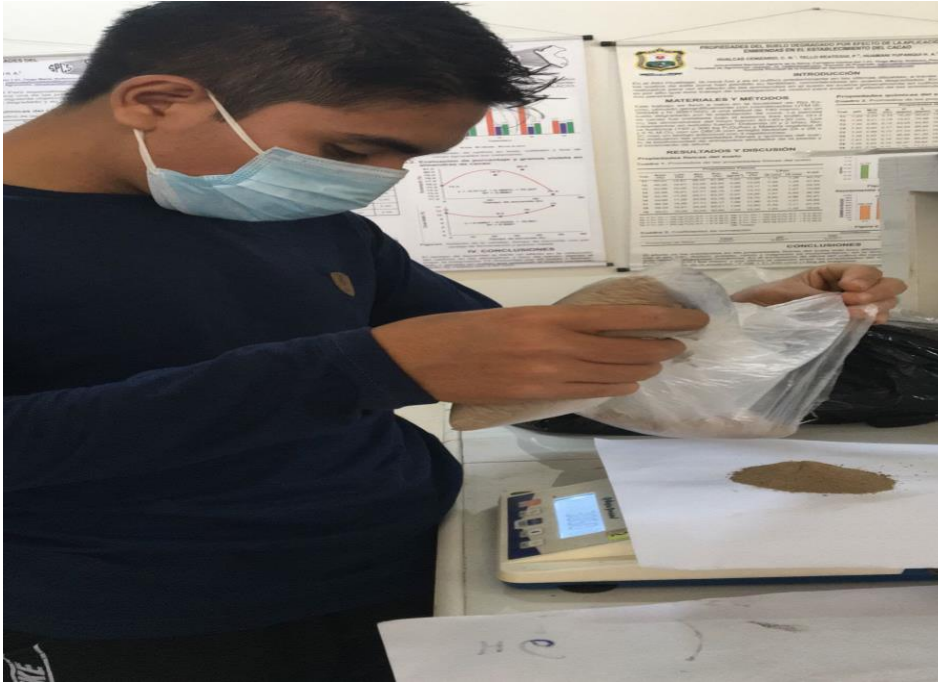


Figura 49: Pesado de la muestra de suelo tamizada



Figura 50: Muestra de suelos digeridas para la lectura de Cd



Figura 51:Filtrado de muestras digeridas

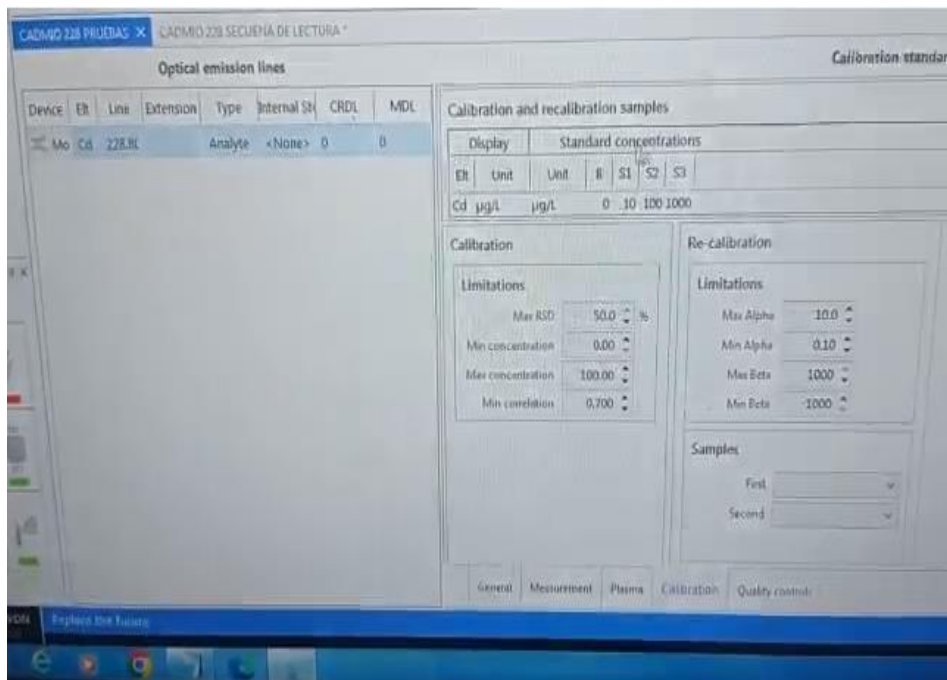


Figura 52:Configuración de la unidad de medida para la lectura de Cd



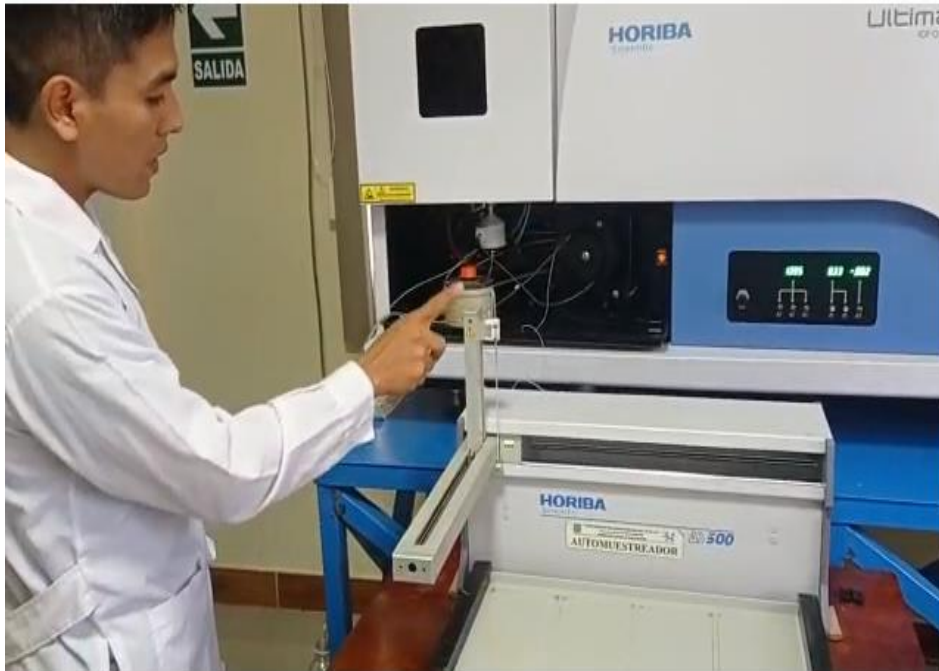


Figura 53: Lectura de Cd por ICPOES



Figura 54: Macrofauna Identificada en suelos con cultivo de Cacao

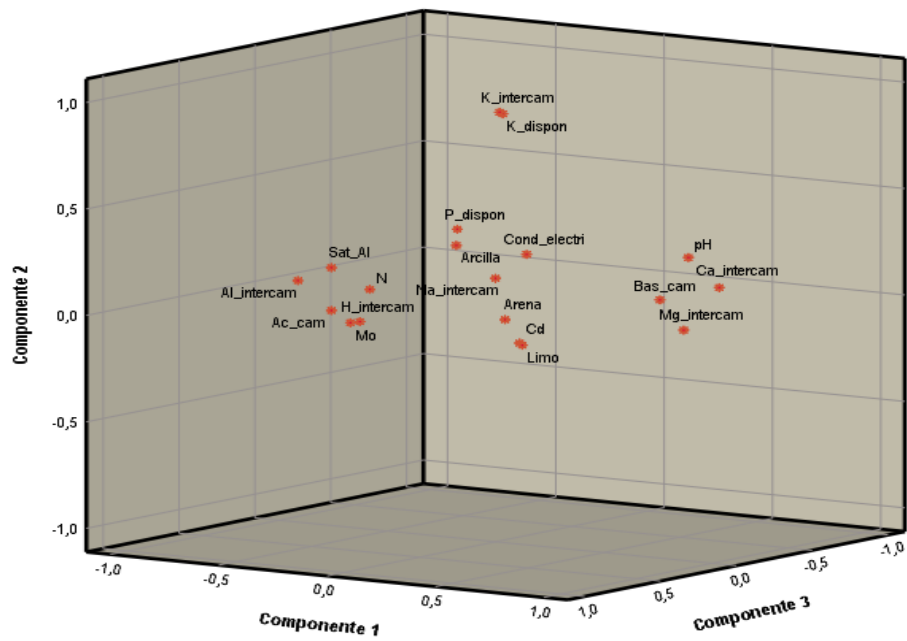


Figura 55: Distribución espacial de los parámetros analizados

### 8.7. Mapas temáticos o planos

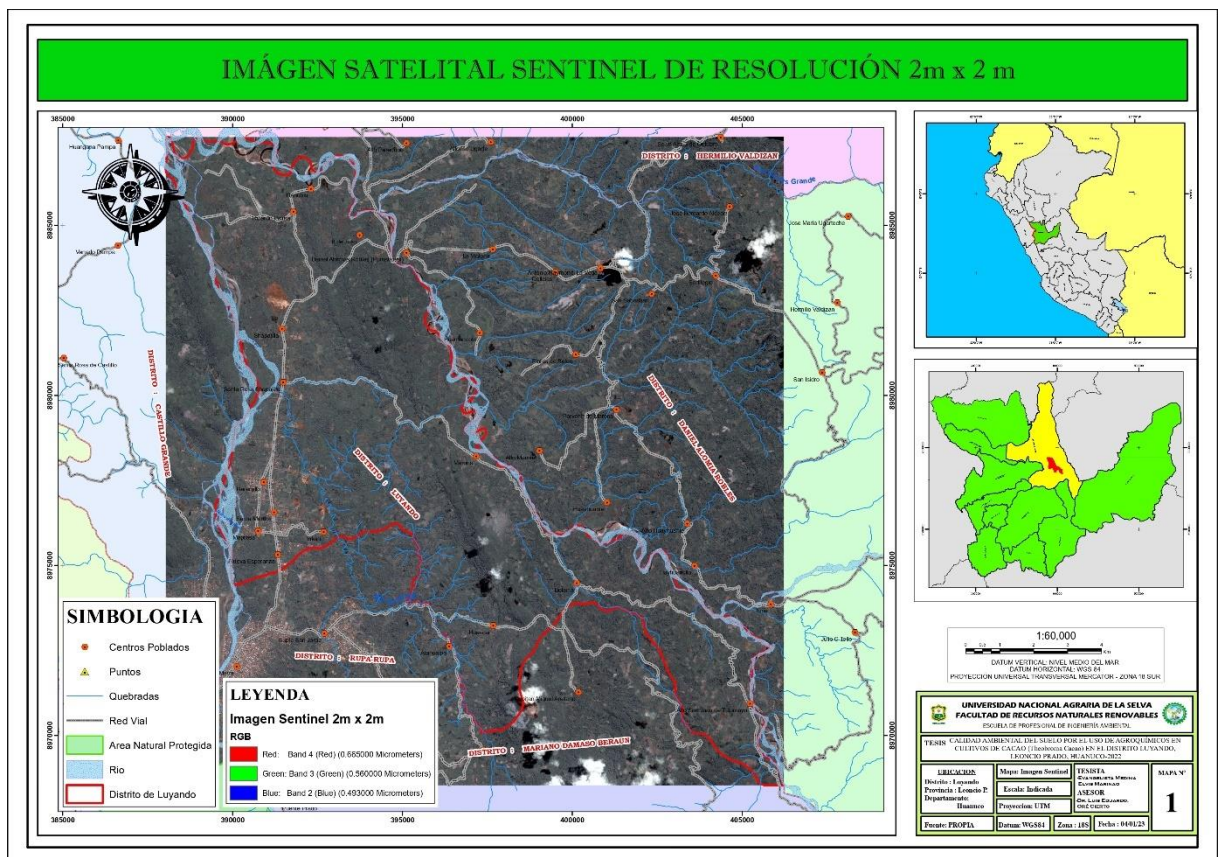


Figura 56: Imagen satelital Sentinel de resolución 2x2

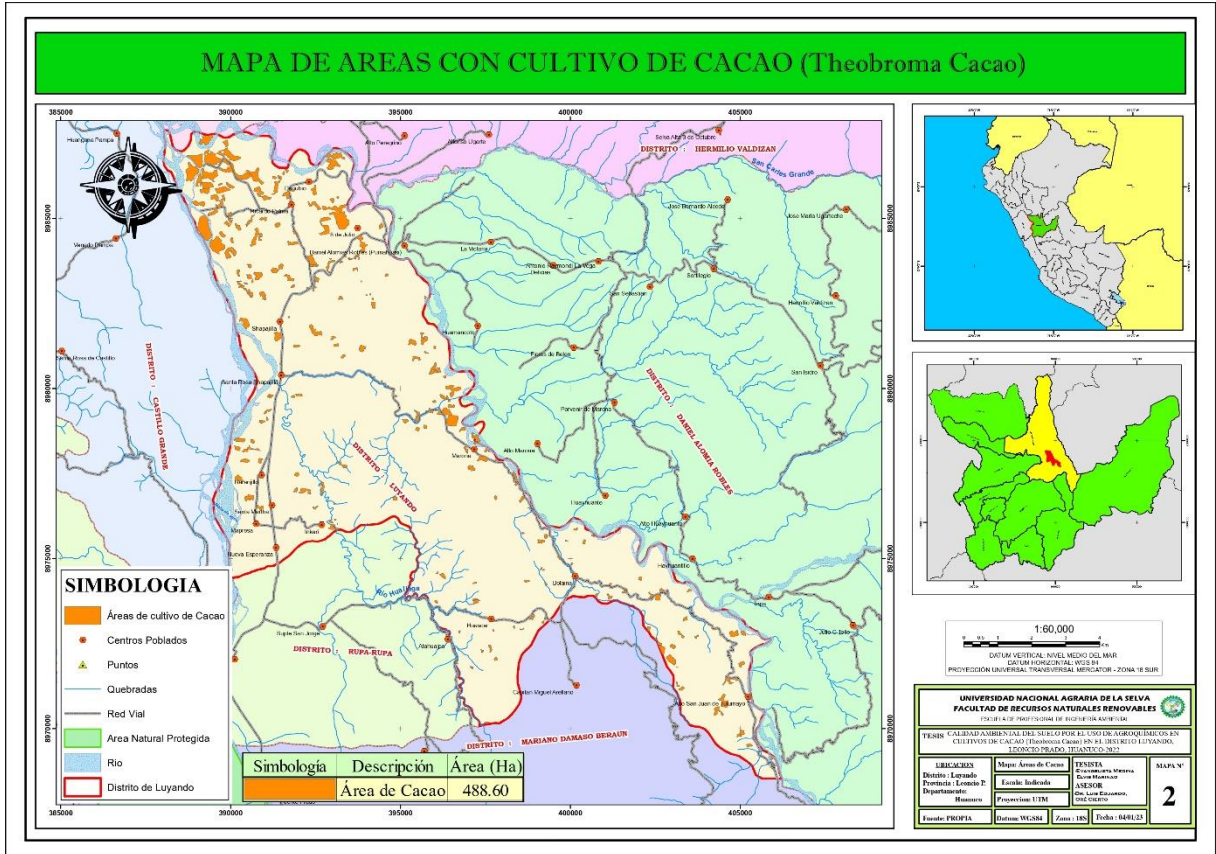


Figura 57: Áreas de Cultivo de Cacao (Theobroma Cacao)

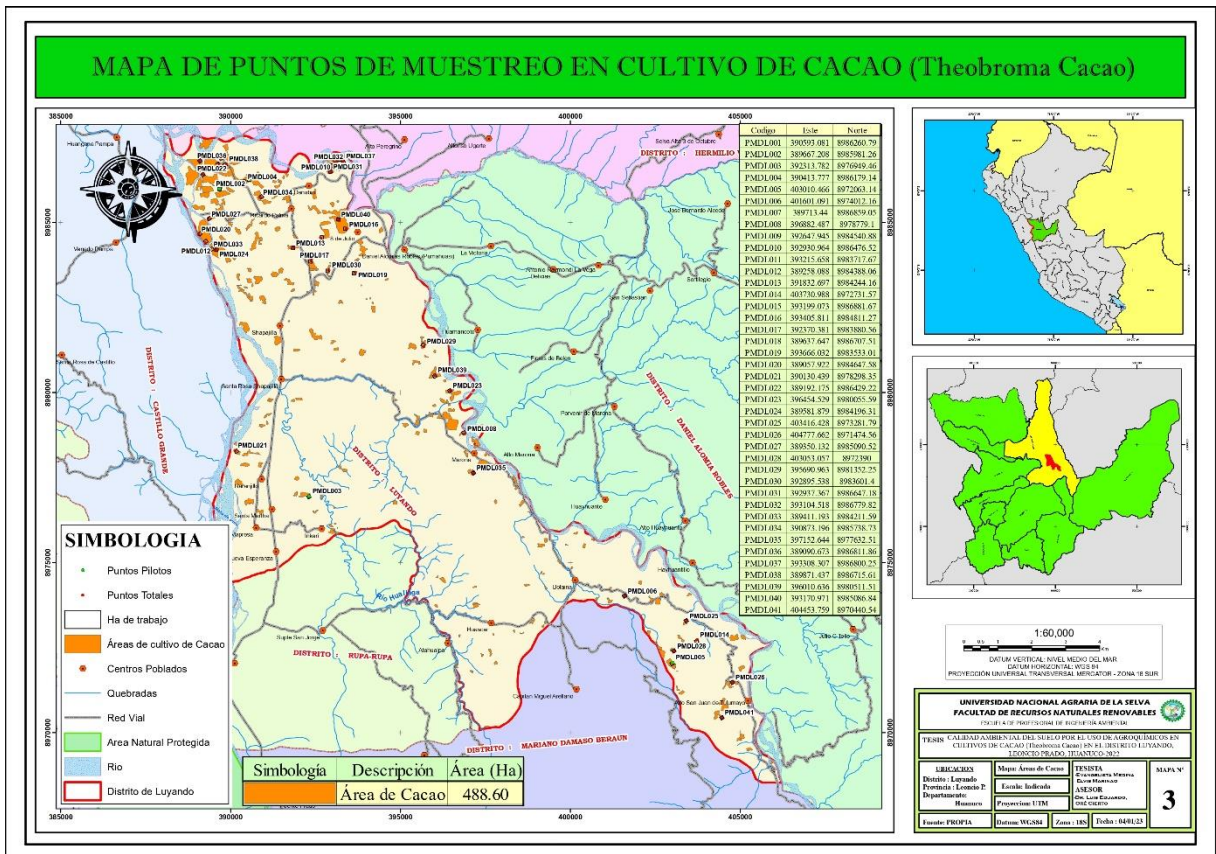


Figura 58: Mapa de puntos de muestreo en cultivos de Cacao

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

LASAE



# ANÁLISIS DE SUELOS



## 1. DATOS

SOLICITANTE:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO	MUESTREADO POR:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	3/02/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	4/02/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
CIUDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23004158
NOMBRE DE LA PARCELA:	....	OBSERVACIÓN:	....

## 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

Nº	DATOS	ANÁLISIS MECÁNICO			Clase Textural	pH	CE ds/cm	M.O.	N	C	P	K	CIC	CAMBIABLES							Bases Cambiables	Acidos Cambiables	Saturación de Aluminio		
		Arena %	Arcilla %	Limo %										1:1	1:1	%	%	ppm	ppm	Ca				Mg	K
1	S0073	PMDL007	36	23	41	Franco	8.49	0.236	1.115	0.056	0.647	4.190	104.954	6.586	5.629	0.612	0.271	0.073	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
2	S0074	PMDL010	40	19	41	Franco	6.26	0.319	2.112	0.106	1.225	3.208	103.455	4.387	3.719	0.336	0.231	0.101	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
3	S0075	PMDL011	34	25	41	Franco	6.38	0.184	2.581	0.129	1.497	3.707	79.965	5.730	4.852	0.646	0.142	0.090	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
4	S0076	PMDL013	48	25	27	Franco	5.01	0.061	2.112	0.106	1.225	5.008	74.967	---	1.085	0.237	0.114	0.074	0.170	1.400	3.080	49.025	50.975	5.520	0.000
5	S0077	PMDL015	32	19	49	Franco	6.64	0.184	1.525	0.076	0.885	6.726	86.462	5.394	4.495	0.634	0.172	0.092	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
6	S0078	PMDL017	26	47	27	Arcilloso	4.69	0.052	1.232	0.062	0.715	5.482	98.457	---	1.175	0.256	0.225	0.090	0.153	5.820	7.718	22.608	77.392	1.982	0.000
7	S0079	PMDL018	30	23	47	Franco	7.87	0.390	2.698	0.135	1.565	7.871	156.431	6.766	5.505	0.643	0.529	0.090	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
8	S0080	PMDL022	22	41	37	Arcilloso	8.06	0.362	3.109	0.155	1.803	24.808	190.916	7.020	5.610	0.675	0.646	0.090	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
9	S0081	PMDL024	38	15	47	Franco	6.49	0.282	2.112	0.106	1.225	6.153	109.952	5.459	4.443	0.685	0.206	0.125	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.  
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Ing° GUILLERMO YANETON NIENRA TRUJILLO  
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

analisisdesuelosunas@hotmail.com



# ANÁLISIS DE SUELOS



**1. DATOS**

SOLICITANTE:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO	MUESTREADO POR:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	3/02/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	4/02/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
CIUDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23004158
NOMBRE DE LA PARCELA:	....	OBSERVACIÓN:	....

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

N°	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA DEL SOLICITANTE	ANÁLISIS MECANICO			Clase Textural	pH	CE ds/cm	M.O. %	N %	C %	P ppm	K ppm	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						Cice %	Bases Cambia bles %	Acidos Cambia bles %	Saturación de Aluminio %		
			Arena %	Arcilla %	Limo %										Ca	Mg	K	Na	Al	H						
1	S0088	PMDL027	44	19	37	Franco	5.57	0.085	1.056	0.053	0.612	12.617	98.957	4.427	3.519	0.578	0.231	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	S0089	PMDL030	38	31	31	Franco Arcilloso	6.67	0.162	2.522	0.126	1.463	3.429	97.457	6.144	5.172	0.636	0.249	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	S0090	PMDL031	58	15	27	Franco Arenoso	8.36	0.193	1.115	0.056	0.847	3.535	102.455	6.568	5.587	0.597	0.298	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	S0091	PMDL032	34	23	43	Franco	8.15	0.352	1.408	0.070	0.817	4.026	115.449	7.155	6.316	0.628	0.342	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	S0092	PMDL033	36	15	49	Franco	7.62	0.256	1.877	0.094	1.089	13.926	77.966	5.573	4.882	0.668	0.138	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	S0093	PMDL034	28	33	39	Franco Arcilloso	6.71	0.192	2.053	0.103	1.191	3.617	102.455	6.843	4.677	0.626	0.222	0.119	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	S0094	PMDL036	26	37	37	Franco Arcilloso	8.08	0.325	2.053	0.103	1.191	6.153	145.936	6.800	5.608	0.633	0.477	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	S0095	PMDL037	26	35	39	Franco Arcilloso	8.26	0.275	1.056	0.053	0.612	4.762	119.448	6.932	5.829	0.629	0.388	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	S0096	PMDL038	32	29	39	Franco Arcilloso	8.32	0.273	1.936	0.097	1.123	6.235	90.960	6.324	5.409	0.635	0.203	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.  
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo Maria

*Diego Mena*  
 Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo Maria

*Hugo*  
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

analisisdesuelosunas@hotmail.com



# ANÁLISIS DE SUELOS

**1. DATOS**

SOLICITANTE:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO	MUESTREO POR:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCIÓN:	3/02/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	4/02/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
CIUDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23004158
NOMBRE DE LA PARCELA:	----	OBSERVACIÓN:	----

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

N°	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA DEL SOLICITANTE	ANÁLISIS MECANICO			pH	CE ds/cm	M.O.	N	C	P ppm	K ppm	CIC	CAMBIABLES						CICe	Bases Cambiables	Acidos Cambiables	Saturación de Aluminio
			Arena %	Arcilla %	Limo %									Clase Textural	Ca	Mg	K	Na	Al				
1	S0097	PMDL021	18	41	41	6.04	0.433	2.112	0.106	1.225	3.453	135.441	5.173	4.151	0.593	0.348	0.081	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
2	S0098	PMDL041	38	25	37	5.84	0.178	1.936	0.097	1.123	6.726	135.940	4.767	3.589	0.664	0.418	0.095	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
3	S0099	PMDL035	24	27	49	8.08	0.251	1.349	0.067	0.783	7.626	168.426	6.988	5.832	0.625	0.455	0.076	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
4	S0100	PMDL039	22	33	45	5.25	0.062	1.643	0.082	0.953	16.217	84.963	---	1.544	0.159	0.157	0.103	0.102	0.880	2.945	66.655	33.345	3.463
5	S0101	PMDL009	14	45	41	6.30	0.245	1.584	0.079	0.919	48.536	91.460	5.992	5.037	0.648	0.228	0.090	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
6	S0102	PMDL016	26	37	37	5.25	0.146	2.347	0.117	1.361	55.820	154.432	---	2.009	0.336	0.566	0.098	0.085	0.600	3.695	81.459	18.541	2.301
7	S0103	PMDL006	26	39	35	6.18	0.337	2.171	0.109	1.259	12.699	109.952	6.718	5.565	0.710	0.338	0.104	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
8	S0104	PMDL019	22	33	45	5.91	0.077	1.701	0.085	0.987	46.163	106.453	4.782	3.767	0.555	0.335	0.124	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
9	S0105	PMDL020	6	23	71	6.26	0.106	3.461	0.173	2.008	8.281	91.460	5.107	4.173	0.648	0.178	0.107	0.000	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE.  
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo María  
 Ing. GILMER MALTON NIEIRA TRUJILLO  
 Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo María  
 DR. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531  
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



# ANÁLISIS DE SUELOS

**1. DATOS**

SOLICITANTE:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO	MUESTREADO POR:	EVANGELISTA MEDINA ELVIS MARIANO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	3/02/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	4/02/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	21/02/2023
CIUDAD:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23004158
NOMBRE DE LA PARCELA:	....	OBSERVACIÓN:	....

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

Nº	CODIGO DEL LAB. SOLICITANTE	REFERENCIA DEL SOLICITANTE	ANÁLISIS MECANICO			Clase Textural	pH	CE	M.O.	N	C	P	K	CIC	CAMBIABLES							CICe	Bases Cambiables	Acidos Cambiables	Saturación de Aluminio
			Arena %	Arcilla %	Limo %										ds/cm	%	%	ppm	ppm	Ca	Mg				
10	S0106	PMDL012	24	29	47	Franco Arcillo Limoso	6.26	0.086	2.522	0.126	1.463	3.699	100.456	5.521	4.487	0.664	0.258	0.112	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
11	S0107	PMDL026	26	35	39	Franco Arcilloso	6.63	0.284	3.344	0.167	1.940	5.090	146.436	6.560	5.339	0.677	0.443	0.101	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
12	S0108	PMDL023	20	29	51	Franco Arcillo Limoso	5.66	0.220	3.168	0.158	1.837	39.617	138.439	5.140	3.805	0.670	0.465	0.201	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
13	S0109	PMDL040	20	41	39	Arcilloso	4.80	0.066	2.992	0.150	1.735	7.544	98.457	---	1.469	0.241	0.249	0.097	0.119	5.360	---	#VALORI	#####	#VALORI	0.000
14	S0110	PMDL014	34	27	39	Franco Arcilloso	5.50	0.250	3.754	0.188	2.178	4.190	107.453	---	2.003	0.310	0.311	0.119	0.085	0.300	---	100.000	0.000	0.000	0.000
15	S0111	PMDL029	34	25	41	Franco	5.00	0.074	2.171	0.109	1.259	42.972	130.943	---	1.411	0.201	0.292	0.096	0.170	0.400	---	#VALORI	#####	#VALORI	0.000
16	S0112	PMDL025	18	21	61	Franco Limoso	5.59	0.110	2.816	0.141	1.633	5.008	110.951	4.298	3.308	0.592	0.317	0.081	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
17	S0113	PMDL028	48	25	27	Franco	6.08	0.209	3.637	0.182	2.110	3.699	108.452	5.443	4.351	0.645	0.348	0.099	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000
18	S0114	PMDL008	46	21	33	Franco	7.75	0.237	1.584	0.079	0.919	3.371	113.950	6.526	5.537	0.623	0.285	0.071	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE.  
 Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo Maria

Hugo Malton Nebra Trujillo  
 Profesor del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo Maria

Hugo Aguirre Huamani Yupanqui  
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531  
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: EVANGELISTA MEDINA ELYS MARIANO

N° CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
		Arena	Arcilla	Limó							disponible	ppm	ppm	Ca	Mg	K				
1	S0001	21	28	51	7.93	2.45	0.123	15.48	100.46	8.75	7.60	0.82	0.15	0.17	0.00	0.00	0.00	0	0	0
2	S0002	21	36	43	5.97	1.83	0.091	7.49	110.95	7.08	5.88	0.85	0.22	0.13	0.00	0.00	0.00	0	0	0
3	S0003	31	28	41	5.79	2.45	0.123	7.22	67.97	6.03	4.94	0.85	0.16	0.07	0.00	0.00	0.00	0	0	0
4	S0004	27	30	43	7.73	2.37	0.118	26.36	96.96	7.80	6.69	0.87	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00	0	0	0
5	S0005	21	36	43	6.32	2.19	0.109	13.81	197.41	7.10	5.96	0.58	0.47	0.10	0.00	0.00	0.00	0	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA DE ANÁLISIS: 09/01/23

RECIBO N° 23000877

TINGO MARÍA, 28 DE ENERO 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
LABORATORIO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



## ANALISIS

SOLICITANTE EVANGELISTA MEDINA, Elvis Mariano

DEPARTAMENTO : Huánuco  
PROVINCIA : Leoncio Prado  
DISTRITO : Rupa Rupa

N°	CODIGO		DATOS DE LA MUESTRA			Cd
	Cod.	Año	Muestra	Evaluación	Cod. Sol.	
1	ICP 206	2023	Suelo	Inicial	PMDL-01	0.116
2	ICP 207	2023	Suelo	Inicial	PMDL-02	0.223
3	ICP 208	2023	Suelo	Inicial	PMDL-03	0.279
4	ICP 209	2023	Suelo	Inicial	PMDL-04	0.256
5	ICP 210	2023	Suelo	Inicial	PMDL-05	0.278
6	ICP 211	2023	Suelo	Final	PMDL-07	0.631
7	ICP 212	2023	Suelo	Final	PMDL-10	0.633
8	ICP 213	2023	Suelo	Final	PMDL-11	1.121
9	ICP 214	2023	Suelo	Final	PMDL-13	0.505
10	ICP 215	2023	Suelo	Final	PMDL-15	0.693
11	ICP 216	2023	Suelo	Final	PMDL-17	0.527
12	ICP 217	2023	Suelo	Final	PMDL-18	0.737
13	ICP 218	2023	Suelo	Final	PMDL-22	0.788
14	ICP 219	2023	Suelo	Final	PMDL-24	0.827
15	ICP 220	2023	Suelo	Final	PMDL-27	0.664
16	ICP 221	2023	Suelo	Final	PMDL-30	1.648
17	ICP 222	2023	Suelo	Final	PMDL-31	0.569
18	ICP 223	2023	Suelo	Final	PMDL-32	0.552
19	ICP 224	2023	Suelo	Final	PMDL-33	0.802
20	ICP 225	2023	Suelo	Final	PMDL-34	0.730
21	ICP 226	2023	Suelo	Final	PMDL-36	0.714
22	ICP 227	2023	Suelo	Final	PMDL-37	0.554
23	ICP 228	2023	Suelo	Final	PMDL-38	0.684
24	ICP 229	2023	Suelo	Final	PMDL-21	0.525
25	ICP 230	2023	Suelo	Final	PMDL-41	0.594
26	ICP 231	2023	Suelo	Final	PMDL-35	0.670
27	ICP 232	2023	Suelo	Final	PMDL-39	0.663
28	ICP 233	2023	Suelo	Final	PMDL-09	3.873
29	ICP 234	2023	Suelo	Final	PMDL-16	0.579
30	ICP 235	2023	Suelo	Final	PMDL-06	0.829
31	ICP 236	2023	Suelo	Final	PMDL-19	2.645
32	ICP 237	2023	Suelo	Final	PMDL-20	0.677
33	ICP 238	2023	Suelo	Final	PMDL-12	0.849
34	ICP 239	2023	Suelo	Final	PMDL-26	0.522
35	ICP 240	2023	Suelo	Final	PMDL-23	0.900
36	ICP 241	2023	Suelo	Final	PMDL-40	0.570
37	ICP 242	2023	Suelo	Final	PMDL-14	0.567
38	ICP 243	2023	Suelo	Final	PMDL-29	0.933
39	ICP 244	2023	Suelo	Final	PMDL-25	0.508
40	ICP 245	2023	Suelo	Final	PMDL-28	0.769
41	ICP 246	2023	Suelo	Final	PMDL-08	0.551

Metodo: Determinación de elementos por espectrofotómetro de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICPOES)

Recibo : 23007536

Fecha : 30/05/2023

Ing. Melchor Sonia Iturri  
CIP 246231  
Director del LCI-UNAS

Ing. Sanchez Rodriguez Miguel  
ESPECIALISTA AREA ICP OES

### 8.8. Diferencias significativas de los parámetros fisicoquímicos

Contraste de la Arena (%)- intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Bipiridilo y Piretroide vs No Aplica	20.286	3.501	3.013	<b>0.015</b>	Sí	2.825	37.747		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	18.508	3.194	3.013	<b>0.032</b>	Sí	1.047	35.969		
Bipiridilo y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	11.086	1.913	3.013	0.411	No	-6.375	28.547		
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	8.952	1.545	3.013	0.639	No	-8.509	26.413		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Piretroide	6.786	1.171	3.013	0.847	No	-10.675	24.247		
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	13.500	2.330	3.013	0.210	No	-3.961	30.961		
Fosforados y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	11.722	2.023	3.013	0.350	No	-5.739	29.183		
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	4.300	0.742	3.013	0.975	No	-13.161	21.761		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	2.167	0.374	3.013	0.999	No	-15.294	19.628		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs No Aplica	11.333	1.956	3.013	0.387	No	-6.128	28.794		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	9.556	1.649	3.013	0.573	No	-7.906	27.017		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	2.133	0.368	3.013	0.999	No	-15.328	19.594		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	9.200	1.588	3.013	0.612	No	-8.261	26.661		
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	7.422	1.281	3.013	0.793	No	-10.039	24.883		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	1.778	0.307	3.013	1.000	No	-15.683	19.239		

Contraste de la Arcilla (%)- intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	11.778	3.065	3.013	<b>0.044</b>	Sí	0.199	23.357		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	6.444	1.268	3.013	0.800	No	-8.873	21.762		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	5.778	0.969	3.013	0.925	No	-12.184	23.739		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	3.698	0.869	3.013	0.951	No	-9.118	16.513		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	1.804	0.561	3.013	0.993	No	-7.883	11.492		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	9.973	2.857	3.013	0.071	No	-0.544	20.491		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	4.640	0.962	3.013	0.927	No	-9.892	19.172		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	3.973	0.692	3.013	0.982	No	-13.323	21.269		
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	1.893	0.481	3.013	0.997	No	-9.972	13.758		

Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	8.080	1.810	3.013	0.473	No	-5.374	21.534	
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	2.747	0.493	3.013	0.996	No	-14.033	19.526	
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	2.080	0.326	3.013	0.999	No	-17.143	21.303	
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	6.000	0.981	3.013	0.921	No	-12.422	24.422	
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.667	0.096	3.013	1.000	No	-20.308	21.641	
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	5.333	1.014	3.013	0.910	No	-10.522	21.189	

Contraste de la Limo (%) - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	15.560	2.269	3.013	0.234	No	-5.106	36.226		
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	14.286	2.174	3.013	0.275	No	-5.519	34.090		
No Aplica vs Glycines y Phenylpyrazole	13.147	2.131	3.013	0.296	No	-5.447	31.741		
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	10.667	1.425	3.013	0.712	No	-11.882	33.215		
No Aplica vs Fosforados y Phenylpyrazole	7.556	1.179	3.013	0.844	No	-11.754	26.865		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	8.004	1.751	3.013	0.509	No	-5.773	21.782		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	6.730	1.629	3.013	0.586	No	-5.718	19.178		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	5.591	1.618	3.013	0.593	No	-4.824	16.006		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	3.111	0.569	3.013	0.992	No	-13.356	19.578		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	4.893	0.817	3.013	0.962	No	-13.145	22.932		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	3.619	0.640	3.013	0.987	No	-13.426	20.664		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	2.480	0.478	3.013	0.997	No	-13.142	18.102		
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	2.413	0.570	3.013	0.992	No	-10.342	15.169		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	1.139	0.304	3.013	1.000	No	-10.167	12.445		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Piretroide	1.274	0.265	3.013	1.000	No	-13.189	15.737		

Contraste del pH - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs No Aplica	2.317	3.588	3.013	<b>0.012</b>	Sí	0.371	4.262		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	2.027	3.139	3.013	<b>0.037</b>	Sí	0.081	3.972		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	1.973	3.056	3.013	<b>0.045</b>	Sí	0.028	3.919		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	1.378	2.134	3.013	0.294	No	-0.568	3.324		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.538	0.833	3.013	0.959	No	-1.408	2.484		
Bipiridilo y Piretroide vs No Aplica	1.779	2.754	3.013	0.090	No	-0.167	3.724		

Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Piretroide	1.489	2.305	3.013	0.219	No	-0.457	3.434	
Bipiridilo y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	1.435	2.223	3.013	0.253	No	-0.511	3.381	
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.840	1.300	3.013	0.783	No	-1.106	2.785	
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.939	1.454	3.013	0.695	No	-1.007	2.885	
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.649	1.005	3.013	0.913	No	-1.297	2.595	
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.596	0.922	3.013	0.938	No	-1.350	2.541	
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.343	0.532	3.013	0.994	No	-1.602	2.289	
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.053	0.083	3.013	1.000	No	-1.892	1.999	
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	0.290	0.449	3.013	0.998	No	-1.656	2.236	

Contraste del Ce- intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.200	1.983	3.013	0.372	No	-0.104	0.504		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.160	2.289	3.013	0.225	No	-0.051	0.371		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.140	1.735	3.013	0.519	No	-0.103	0.383		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.057	0.749	3.013	0.974	No	-0.173	0.287		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.056	0.754	3.013	0.973	No	-0.166	0.278		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.144	1.672	3.013	0.558	No	-0.116	0.405		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.104	2.242	3.013	0.245	No	-0.036	0.245		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.084	1.370	3.013	0.744	No	-0.101	0.270		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.002	0.029	3.013	1.000	No	-0.166	0.169		
Bipiridilo y Piretroide vs No Aplica	0.143	1.612	3.013	0.596	No	-0.124	0.410		
Bipiridilo y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.103	2.034	3.013	0.345	No	-0.050	0.255		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Piretroide	0.083	1.281	3.013	0.793	No	-0.112	0.278		
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	0.060	0.649	3.013	0.986	No	-0.219	0.339		
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.020	0.350	3.013	0.999	No	-0.152	0.192		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.040	0.481	3.013	0.997	No	-0.211	0.291		

Contraste del Mo %- intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.926	2.325	3.013	0.211	No	-0.274	2.125		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.907	1.826	3.013	0.463	No	-0.589	2.403		

Fosforados y Piretroide vs No Aplica	0.290	0.510	3.013	0.995	No	-1.424	2.004		
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.267	0.760	3.013	0.972	No	-0.791	1.325		
Fosforados y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.118	0.311	3.013	1.000	No	-1.025	1.260		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.808	2.358	3.013	0.199	No	-0.224	1.840		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.789	1.741	3.013	0.516	No	-0.577	2.155		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.172	0.324	3.013	0.999	No	-1.429	1.774		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.149	0.519	3.013	0.995	No	-0.715	1.013		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.659	2.118	3.013	0.302	No	-0.279	1.597		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.640	1.488	3.013	0.674	No	-0.656	1.936		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.023	0.046	3.013	1.000	No	-1.519	1.565		
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.636	1.166	3.013	0.850	No	-1.007	2.278		
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.617	0.994	3.013	0.917	No	-1.253	2.487		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.019	0.041	3.013	1.000	No	-1.395	1.433		

Contraste del N %- intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.033	1.389	3.013	0.733	No	-0.039	0.106		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.033	1.838	3.013	0.456	No	-0.021	0.088		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.033	1.185	3.013	0.841	No	-0.051	0.118		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.020	1.318	3.013	0.773	No	-0.026	0.066		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.013	0.664	3.013	0.985	No	-0.047	0.074		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.020	0.761	3.013	0.972	No	-0.059	0.099		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.020	0.949	3.013	0.931	No	-0.043	0.083		
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	0.020	0.664	3.013	0.985	No	-0.071	0.111		
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.007	0.359	3.013	0.999	No	-0.049	0.063		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.013	0.586	3.013	0.991	No	-0.055	0.082		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.013	0.809	3.013	0.964	No	-0.036	0.063		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.013	0.492	3.013	0.996	No	-0.068	0.095		
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				

Contraste del P ppm - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	21.114	1.918	3.013	0.409	No	-12.064	54.292	■	■
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	18.800	1.636	3.013	0.581	No	-15.821	53.421	■	■
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	17.300	1.380	3.013	0.738	No	-20.475	55.075	■	■
No Aplica vs Fosforados y Phenylpyrazole	11.589	1.080	3.013	0.886	No	-20.760	43.937	■	■
No Aplica vs Glycines y Phenylpyrazole	9.007	0.871	3.013	0.951	No	-22.143	40.157	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	12.108	1.926	3.013	0.404	No	-6.834	31.049	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	9.793	1.381	3.013	0.738	No	-11.575	31.162	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	8.293	0.955	3.013	0.929	No	-17.878	34.464	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	2.582	0.446	3.013	0.998	No	-14.865	20.030	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	9.525	1.376	3.013	0.740	No	-11.328	30.379	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	7.211	0.941	3.013	0.933	No	-15.870	30.292	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	5.711	0.624	3.013	0.988	No	-21.876	33.298	■	■
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	3.814	0.403	3.013	0.999	No	-24.741	32.369	■	■
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	1.500	0.150	3.013	1.000	No	-28.720	31.720	■	■
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	2.314	0.288	3.013	1.000	No	-21.915	26.544	■	■

Contraste del K ppm - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	26.089	1.308	3.013	0.779	No	-34.036	86.213	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	17.808	1.181	3.013	0.843	No	-27.642	63.258	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	17.642	1.057	3.013	0.895	No	-32.661	67.946	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	13.472	0.576	3.013	0.992	No	-57.030	83.974	■	■
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	1.856	0.147	3.013	1.000	No	-36.170	39.882	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	24.233	1.280	3.013	0.794	No	-32.806	81.272	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	15.952	1.164	3.013	0.850	No	-25.329	57.234	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	15.787	1.021	3.013	0.908	No	-30.785	62.359	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	11.617	0.516	3.013	0.995	No	-56.273	79.507	■	■
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	12.617	0.462	3.013	0.997	No	-69.712	94.945	■	■
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	4.336	0.181	3.013	1.000	No	-67.974	76.646	■	■
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	4.170	0.167	3.013	1.000	No	-71.286	79.626	■	■
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	8.447	0.386	3.013	0.999	No	-57.416	74.310	■	■

Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.166	0.009	3.013	1.000	No	-52.642	52.974		
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	8.281	0.401	3.013	0.999	No	-53.954	70.516		

Contraste del Ca Cmol(+)/Kg - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs No Aplica	1.750	1.239	3.013	0.815	No	-2.507	6.007		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	1.620	1.655	3.013	0.569	No	-1.330	4.570		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.700	0.619	3.013	0.989	No	-2.706	4.106		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.467	0.452	3.013	0.997	No	-2.643	3.576		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.029	0.027	3.013	1.000	No	-3.190	3.247		
Bipiridilo y Piretroide vs No Aplica	1.721	1.387	3.013	0.734	No	-2.018	5.461		
Bipiridilo y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	1.591	2.246	3.013	0.243	No	-0.543	3.726		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Piretroide	0.671	0.741	3.013	0.975	No	-2.059	3.402		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.438	0.562	3.013	0.993	No	-1.912	2.788		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	1.283	1.061	3.013	0.893	No	-2.363	4.929		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	1.153	1.767	3.013	0.499	No	-0.813	3.120		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.233	0.270	3.013	1.000	No	-2.368	2.835		
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	1.050	0.811	3.013	0.964	No	-2.852	4.952		
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.920	1.151	3.013	0.856	No	-1.488	3.328		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.130	0.112	3.013	1.000	No	-3.381	3.641		

Contraste del Mg Cmol(+)/Kg - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.247	2.734	3.013	0.094	No	-0.025	0.518		
Fosforados y Piretroide vs No Aplica	0.120	0.821	3.013	0.962	No	-0.320	0.560		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.106	1.033	3.013	0.903	No	-0.203	0.414		
Fosforados y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.098	1.003	3.013	0.914	No	-0.196	0.391		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.087	0.679	3.013	0.983	No	-0.298	0.471		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.160	1.448	3.013	0.698	No	-0.173	0.493		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.033	0.209	3.013	1.000	No	-0.447	0.514		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.019	0.158	3.013	1.000	No	-0.344	0.382		

Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.011	0.095	3.013	1.000	No	-0.340	0.362		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.149	2.021	3.013	0.351	No	-0.073	0.371		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.022	0.163	3.013	1.000	No	-0.389	0.434		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.008	0.090	3.013	1.000	No	-0.257	0.273		
Bipiridilo y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.141	1.763	3.013	0.502	No	-0.100	0.382		
Bipiridilo y Piretroide vs No Aplica	0.014	0.102	3.013	1.000	No	-0.408	0.436		
No Aplica vs Glycines y Phenylpyrazole	0.127	0.963	3.013	0.926	No	-0.270	0.523		

Contraste del K Cmol(+)/Kg - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.089	0.971	3.013	0.924	No	-0.187	0.365		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.065	0.941	3.013	0.933	No	-0.143	0.274		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.022	0.290	3.013	1.000	No	-0.208	0.253		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.022	0.384	3.013	0.999	No	-0.152	0.197		
Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.022	0.207	3.013	1.000	No	-0.301	0.346		
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.067	0.532	3.013	0.994	No	-0.311	0.444		
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.043	0.389	3.013	0.999	No	-0.289	0.374		
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Glycines y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.067	0.768	3.013	0.971	No	-0.195	0.328		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.043	0.682	3.013	0.983	No	-0.146	0.232		
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.067	0.665	3.013	0.985	No	-0.235	0.369		
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.043	0.533	3.013	0.994	No	-0.199	0.285		
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.024	0.251	3.013	1.000	No	-0.262	0.309		

Contraste del Na Cmol(+)/Kg - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.011	0.730	3.013	0.977	No	-0.035	0.057		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.011	0.966	3.013	0.925	No	-0.024	0.046		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.011	0.873	3.013	0.950	No	-0.027	0.049		



Fosforados y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.011	0.623	3.013	0.989	No	-0.043	0.065	
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.004	0.462	3.013	0.997	No	-0.025	0.033	
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.007	0.462	3.013	0.997	No	-0.037	0.050	
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.007	0.638	3.013	0.987	No	-0.025	0.038	
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.007	0.566	3.013	0.993	No	-0.029	0.042	
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.007	0.388	3.013	0.999	No	-0.045	0.058	
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No			
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No			
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No			
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No			
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No			
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No			

Contraste del AI Cmol(+)/Kg - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.067	1.922	3.013	0.407	No	-0.038	0.171		
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.067	1.922	3.013	0.407	No	-0.038	0.171		
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.067	1.922	3.013	0.407	No	-0.038	0.171		
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.067	1.922	3.013	0.407	No	-0.038	0.171		
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.067	1.922	3.013	0.407	No	-0.038	0.171		
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				

Contraste del H Cmol(+)/Kg - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.987	1.285	3.013	0.791	No	-1.327	3.300	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.987	1.776	3.013	0.494	No	-0.688	2.661	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.987	1.928	3.013	0.403	No	-0.556	2.529	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.987	1.574	3.013	0.620	No	-0.902	2.876	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	0.987	1.080	3.013	0.886	No	-1.767	3.740	■	■
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				

Contraste del Saturación de Al (%) - intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	1.433	1.637	3.013	0.581	No	-1.205	4.072	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	1.433	2.262	3.013	0.237	No	-0.476	3.343	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Phenylpyrazole	1.433	2.455	3.013	0.166	No	-0.326	3.192	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	1.433	2.005	3.013	0.360	No	-0.721	3.588	■	■
Glycines y Phenylpyrazole vs No Aplica	1.433	1.375	3.013	0.741	No	-1.707	4.574	■	■
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Piretroide vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No				

Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.000	0.000	3.013	1.000	No
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.000	0.000	3.013	1.000	No

Contraste del Cd (ppm)- intervalo de confianza: 95%	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
No Aplica vs Glycines y Phenylpyrazole	1.010	2.187	3.013	0.269	No	-0.382	2.402		
No Aplica vs Fosforados y Piretroide	0.890	1.734	3.013	0.520	No	-0.657	2.437		
No Aplica vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.850	1.518	3.013	0.656	No	-0.838	2.538		
No Aplica vs Bipiridilo y Piretroide	0.764	1.554	3.013	0.633	No	-0.718	2.247		
No Aplica vs Fosforados y Phenylpyrazole	0.472	0.984	3.013	0.920	No	-0.973	1.918		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.538	2.079	3.013	0.321	No	-0.242	1.317		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.418	1.221	3.013	0.824	No	-0.613	1.449		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.378	0.924	3.013	0.938	No	-0.855	1.610		
Fosforados y Phenylpyrazole vs Bipiridilo y Piretroide	0.292	0.945	3.013	0.932	No	-0.640	1.224		
Bipiridilo y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.246	0.875	3.013	0.950	No	-0.601	1.092		
Bipiridilo y Piretroide vs Fosforados y Piretroide	0.126	0.350	3.013	0.999	No	-0.957	1.208		
Bipiridilo y Piretroide vs Bipiridilo y Phenylpyrazole	0.086	0.202	3.013	1.000	No	-1.190	1.362		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Glycines y Phenylpyrazole	0.160	0.412	3.013	0.998	No	-1.009	1.329		
Bipiridilo y Phenylpyrazole vs Fosforados y Piretroide	0.040	0.089	3.013	1.000	No	-1.310	1.390		
Fosforados y Piretroide vs Glycines y Phenylpyrazole	0.120	0.379	3.013	0.999	No	-0.835	1.075		