



## ACTIVIDAD 008- LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS ASOCIADAS CON EL USO Y MANEJO DEL SUELO

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CVC No. 102 DE  
2021 CELEBRADO ENTRE LA CORPORACIÓN  
AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA -CVC-  
Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Vigencia 2022



**LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE  
PRÁCTICAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS  
PRODUCTIVAS ASOCIADAS CON EL USO Y  
MANEJO DEL SUELO**

**PROYECTO 1001 RESULTADO 1 ACTIVIDAD 008**

**INFORME FINAL**

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO CVC No. 102 DE 2021  
CELEBRADO ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA  
REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA -CVC- Y LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE PALMIRA-  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
NOVIEMBRE DE 2022**

---

## **EQUIPO DE TRABAJO**

**Germán Rueda Saa**  
Director del Proyecto

**Liseth González Delgado**  
Coordinadora General

**Oswaldo Puerto**  
Ing. Agrónomo MSc.

**Juan Carlos Ortiz**  
Ing. Agrícola MSc.

**Oscar Sánchez**  
Ing. Topográfico

## **EQUIPO DE TRABAJO CVC**

**Ing. Herbert Olaya Cuesta**  
Supervisor

**Ing. M.Sc Claudia Martínez**  
Profesional DTA

**Ing. Gustavo Adolfo Romero**  
Profesional DTA

**Ing. Miguel Ángel Díaz**  
Profesional DTA

**Ing. M.Sc Mary Loly Bastidas**  
Profesional DTA

**Ing. M.Sc Clever Gustavo Becerra**  
Profesional DTA

**Ing. Christian De Jesús Sánchez Elizalde**  
Profesional DTA

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	18
2. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES.....	19
3. MARCO REFERENCIAL .....	20
3.1 CONCEPTOS ORIENTADORES EN EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD .....	22
3.1.1. Técnicas, tecnologías y prácticas de producción agrícola asociadas con el uso del suelo.....	22
3.1.2. Salud del suelo.....	23
3.1.3. Degradación del suelo.....	23
3.1.4. Tipos de agricultura.....	23
3.1.5. Tipos de cultivo .....	25
4. ÁREA DE ESTUDIO .....	26
4.1 CONDICIONES GENERALES DEL SUELO EN ZONA DE LADERA DEL VALLE DEL CAUCA.....	27
4.2 CUENCA YUMBO /MUNICIPIO YUMBO .....	28
4.3 CUENCA TULUÁ /MUNICIPIO TULUÁ.....	40
4.3 CUENCA CALI /MUNICIPIO YUMBO .....	57
5. METODOLOGÍA.....	63
5.1 PRIORIZACIÓN DE CULTIVOS Y PUNTOS LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN PRIMARIA .....	63
5.2 LEVANTAMIENTO DE LINEA BASE DE PRÁCTICAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS	65
5.3 CAMPAÑAS DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS.....	65
5.4 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO .....	68
5.5 ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE SUELOS Y AGUAS .....	69
6. LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN CULTIVOS PRIORIZADOS DE LA CUENCA YUMBO, MUNICIPIO YUMBO.....	70
6.1 SELECCIÓN DE CULTIVOS Y CORREGIMIENTOS.....	70
6.2 LINEA BASE SOBRE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS	75
6.1.1. Tipo de labranza.....	76
6.1.2. Preparación del terreno para la siembra .....	77
6.1.3. Manejo de arvenses .....	78
6.1.4. Sistema de riego.....	79

6.1.5.	Manejo de Plagas y Enfermedades .....	81
6.1.6.	Fertilización .....	85
6.1.7.	Cosecha .....	88
6.1.8.	Acompañamiento técnico de la producción.....	88
6.1.9.	Resumen de prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo .....	89
6.1.10.	Relación entre las prácticas realizadas y la capacidad de uso .....	92
6.3	CAMPAÑA DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO .....	99
6.4	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO.....	101
6.4.1.	Potencial de Hidrógeno (pH).....	101
6.4.2.	Materia Orgánica del suelo (MO) .....	103
6.4.3.	Bases Intercambiables del Suelo (Ca, Mg y K) y CICE .....	105
6.4.4.	Elementos Menores y Fósforo (P) .....	113
6.4.5.	Propiedades Físicas del Suelo .....	125
6.5	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA RIEGO EN LA CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO.....	133
6.5.1.	Restricciones de uso del agua para riego: Salinidad.....	133
6.5.2.	Restricciones de uso del agua para riego: Permeabilidad (efecto sobre la infiltración) .....	135
6.5.3.	Restricciones de uso del agua para riego: Cationes .....	136
6.5.4.	Restricciones de uso del agua para riego: Aniones .....	137
6.5.5.	Restricciones de uso del agua para riego: pH y elementos menores.....	138
6.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO	139
6.6.1.	Conclusiones cuenca Yumbo (Yumbo).....	139
6.6.2.	Recomendaciones cuenca Yumbo (Yumbo).....	140
7.	LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN CULTIVOS PRIORIZADOS DE LA CUENCA TULUÁ, MUNICIPIO TULUÁ .....	142
7.1	SELECCIÓN DE CULTIVOS Y CORREGIMIENTOS.....	142
7.2	LÍNEA BASE SOBRE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS	148
7.2.1.	Tipo de labranza.....	149
7.2.2.	Preparación del terreno para la siembra .....	151
7.2.3.	Manejo de arvenses .....	151

7.2.4.	Sistema de riego.....	153
7.2.5.	Manejo de Plagas y Enfermedades .....	155
7.2.6.	En el proceso de fertilización se utilizan fertilizantes de síntesis química, compuestos o Fertilización .....	161
7.2.7.	Cosecha .....	165
7.2.8.	Acompañamiento técnico de la producción.....	165
7.2.9.	Resumen de prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo .....	166
7.2.10.	Relación entre las prácticas realizadas y la capacidad de uso .....	169
7.3	CAMPAÑA DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ.....	185
7.4	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ.....	187
7.4.1.	Potencial de Hidrógeno (pH).....	187
7.4.2.	Materia Orgánica del suelo (MO).....	190
7.4.3.	Bases Intercambiables del Suelo (Ca, Mg y K) y CICE .....	192
7.4.4.	Elementos Menores y Fósforo (P) .....	204
7.4.5.	Propiedades Físicas del Suelo .....	220
7.5	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA RIEGO EN LA CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ .....	231
7.5.1.	Restricciones de uso del agua para riego: Salinidad.....	231
7.5.2.	Restricciones de uso del agua para riego: Permeabilidad (efecto sobre la infiltración) .....	233
7.5.3.	Restricciones de uso del agua para riego: Cationes .....	233
7.5.4.	Restricciones de uso del agua para riego: Aniones .....	234
7.5.5.	Restricciones de uso del agua para riego: pH y elementos menores.....	235
7.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ.....	236
7.6.1.	Conclusiones cuenca Tuluá (Tuluá).....	236
7.6.2.	Recomendaciones cuenca Tuluá (Tuluá).....	237
8.	LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN CULTIVOS PRIORIZADOS DE LA CUENCA CALI, MUNICIPIO YUMBO.....	239
8.1	SELECCIÓN DE CULTIVOS Y CORREGIMIENTOS.....	239
8.2	LÍNEA BASE SOBRE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS	242
8.2.1	Tipo de labranza.....	242
8.2.2.	Preparación del terreno para la siembra .....	243

---

8.2.3.	Manejo de arvenses .....	244
8.2.4.	Sistema de riego.....	245
8.2.5.	Manejo de Plagas y Enfermedades .....	245
8.2.6.	Fertilización .....	248
8.2.7.	Cosecha .....	249
8.2.8.	Acompañamiento técnico de la producción.....	249
8.2.9.	Resumen de prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo .....	250
8.2.10.	Relación entre las prácticas realizadas y la capacidad de uso .....	251
8.3	CAMPAÑA DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO .....	252
8.4	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO .....	254
8.4.1.	Potencial de Hidrógeno (pH).....	254
8.4.2.	Materia Orgánica del suelo (MO) .....	255
8.4.3.	Bases Intercambiables del Suelo (Ca, Mg y K) y CICE .....	256
8.4.4.	Elementos Menores y Fósforo (P) .....	260
8.4.5.	Propiedades Físicas del Suelo .....	266
8.5	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA RIEGO EN LA CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO .....	270
8.5.1.	Restricciones de uso del agua para riego: Salinidad.....	270
8.5.2.	Restricciones de uso del agua para riego: Permeabilidad (efecto sobre la infiltración) .....	271
8.5.3.	Restricciones de uso del agua para riego: Cationes .....	271
8.5.4.	Restricciones de uso del agua para riego: Aniones .....	271
8.5.5.	Restricciones de uso del agua para riego: pH y elementos menores.....	271
8.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO	272
8.6.1.	Conclusiones cuenca Cali (Yumbo) .....	272
8.6.2.	Recomendaciones cuenca Cali (Yumbo) .....	273
9.	SOCIALIZACIONES DEL PROCESO .....	274
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	280

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Descripción de la serie de pasos necesarios para obtener una línea base. Fuente: (Medianero, 2011). .....	21
<b>Tabla 2.</b> Información básica del área de estudio.....	27
<b>Tabla 3.</b> Coberturas en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	30
<b>Tabla 4.</b> Ordenes de suelo en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	32
<b>Tabla 5.</b> Capacidad de uso del suelo en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	33
<b>Tabla 6.</b> Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	38
<b>Tabla 7.</b> Información de cultivos sembrados en el municipio de Yumbo durante el 2020. Fuente: (UMATA-Yumbo, 2020). .....	39
<b>Tabla 8.</b> Coberturas en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015). .....	42
<b>Tabla 9.</b> Ordenes de suelo en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	44
<b>Tabla 10.</b> Capacidad de uso del suelo en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015). .....	46
<b>Tabla 11.</b> Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015). .....	56
<b>Tabla 12.</b> Información de cultivos sembrados en el municipio de Tuluá durante el 2020. Fuente: (UMATA-Tuluá, 2020). .....	56
<b>Tabla 13.</b> Coberturas en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	58
<b>Tabla 14.</b> Ordenes de suelo cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	59
<b>Tabla 15.</b> Capacidad de uso del suelo en el cruce Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	60
<b>Tabla 16.</b> Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio de Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015). .....	62
<b>Tabla 17.</b> Propiedades fisicoquímicas evaluadas. ....	67
<b>Tabla 18.</b> Información de cultivos levantamiento información primaria Yumbo/Yumbo. Fuente: Elaboración propia. ....	70
<b>Tabla 19.</b> Cultivos y predios priorizados en la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	71
<b>Tabla 20.</b> Tipo de labranza en la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	76
<b>Tabla 21.</b> Tipo de labranza en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	77
<b>Tabla 22.</b> Sistema de siembra en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	77
<b>Tabla 23.</b> Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	78
<b>Tabla 24.</b> Ingredientes activos usados para manejo de arvenses en la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	79
<b>Tabla 25.</b> Sistema de riego en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	80
<b>Tabla 26.</b> Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	81
<b>Tabla 27.</b> Ingredientes activos insecticidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	82
<b>Tabla 28.</b> Clasificación de la persistencia en el suelo. ....	83
<b>Tabla 29.</b> Ingredientes activos de los insecticidas utilizados en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022). .....	83
<b>Tabla 30.</b> Ingredientes activos fungicidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	84



<b>Tabla 31.</b> Ingredientes activos de los fungicidas utilizados en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).	85
<b>Tabla 32.</b> Periodicidad aplicación de plaguicidas en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).	85
<b>Tabla 33.</b> Aplicación de materia orgánica en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).	86
<b>Tabla 34.</b> Tipo de materia orgánica aplicada en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).	87
<b>Tabla 35.</b> Tipo de fertilización aplicada en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).	87
<b>Tabla 36.</b> Fertilizantes aplicados en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).	87
<b>Tabla 37.</b> Forma de fertilización en los predios seleccionados de la cuenca Yumbo (Yumbo).	88
<b>Tabla 38.</b> Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	89
<b>Tabla 39.</b> Resumen prácticas agronómicas zona plana y ligeramente onduladas: monocultivo tecnificado con varios niveles de mecanización (plátano, cacao, cítricos, maracuyá, papaya, producción de hortalizas en invernaderos y casas de malla), cuenca Yumbo (Yumbo).	90
<b>Tabla 40.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Cultivo asociado Agroforestal (Café + Nogal + Plátano + Cítricos), cuenca Yumbo (Yumbo).	90
<b>Tabla 41.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Monocultivo no mecanizado (café, cítricos o plátano), cuenca Yumbo (Yumbo).	91
<b>Tabla 42.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Policultivo con tendencia de producción orgánica (aromáticas, condimentarias y medicinales), cuenca Yumbo (Yumbo).	91
<b>Tabla 43.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Cultivos Hidropónicos (Hortalizas), cuenca Yumbo (Yumbo).	92
<b>Tabla 44.</b> Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	92
<b>Tabla 45.</b> Principales características puntos levantamiento información primaria en Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración Propia.	96
<b>Tabla 46.</b> Calificación uso recomendado Vs actual en los puntos levantamiento información primaria en Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración Propia.	97
<b>Tabla 47.</b> Datos puntos de levantamiento de información primaria en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: Elaboración Propia.	100
<b>Tabla 48.</b> pH e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	101
<b>Tabla 49.</b> pH del suelo en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	102
<b>Tabla 50.</b> MO e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	104
<b>Tabla 51.</b> MO del suelo en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	104
<b>Tabla 52.</b> Contenidos de Ca e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	105
<b>Tabla 53.</b> Contenidos de Ca en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	106
<b>Tabla 54.</b> Contenidos de Mg e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	107
<b>Tabla 55.</b> Contenidos de Mg en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	108
<b>Tabla 56.</b> Contenidos de K e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	109
<b>Tabla 57.</b> Contenidos de K en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	110
<b>Tabla 58.</b> CICE e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	111
<b>Tabla 59.</b> CICE en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).	112

<b>Tabla 60.</b> Contenidos de B e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	113
<b>Tabla 61.</b> Contenidos de B en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	114
<b>Tabla 62.</b> Contenidos de Fe e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	115
<b>Tabla 63.</b> Contenidos de Fe en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	116
<b>Tabla 64.</b> Contenidos de Cu e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	117
<b>Tabla 65.</b> Contenidos de Cu en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). ....	118
<b>Tabla 66.</b> Contenidos de Mn e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	119
<b>Tabla 67.</b> Contenidos de Mn en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	120
<b>Tabla 68.</b> Contenidos de Zn e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	121
<b>Tabla 69.</b> Contenidos de Zn en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	123
<b>Tabla 70.</b> Contenidos de P e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	123
<b>Tabla 71.</b> Contenidos de P en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	125
<b>Tabla 72.</b> DMP e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	125
<b>Tabla 73.</b> DMP en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	127
<b>Tabla 74.</b> Da e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	127
<b>Tabla 75.</b> Da en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). ....	129
<b>Tabla 76.</b> LAA e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	129
<b>Tabla 77.</b> LAA en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). ....	131
<b>Tabla 78.</b> Ks e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo). ....	131
<b>Tabla 79.</b> Ks en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).....	133
<b>Tabla 80.</b> Restricciones de uso del agua para riego por predio en el cruce Yumbo/Yumbo: Salinidad. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). ....	134
<b>Tabla 81.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: Permeabilidad. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).....	136
<b>Tabla 82.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: Cationes. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).....	136
<b>Tabla 83.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: Aniones. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).....	137
<b>Tabla 84.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: pH y elementos menores. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). ....	138
<b>Tabla 85.</b> Información de cultivos levantamiento información primaria Tuluá/Tuluá. Fuente: Elaboración propia.....	142
<b>Tabla 86.</b> Datos puntos de levantamiento de información primaria en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: Elaboración Propia.....	143
<b>Tabla 87.</b> Tipo de labranza en la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	149
<b>Tabla 88.</b> Tipo de labranza en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	150
<b>Tabla 89.</b> Sistema de siembra en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	151
<b>Tabla 90.</b> Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por corregimiento.....	152
<b>Tabla 91.</b> Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por cultivo. .....	152
<b>Tabla 92.</b> Ingredientes activos usados para manejo de arvenses en la cuenca Tuluá (Tuluá). .....	153

<b>Tabla 93.</b> Sistema de riego en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por corregimiento.....	154
<b>Tabla 94.</b> Sistema de riego en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). .....	154
<b>Tabla 95.</b> Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por corregimiento...	156
<b>Tabla 96.</b> Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por cultivos. ....	156
<b>Tabla 97.</b> Ingredientes activos insecticidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	157
<b>Tabla 98.</b> Clasificación de la persistencia en el suelo. ....	158
<b>Tabla 99.</b> Ingredientes activos de los insecticidas utilizados en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022). ..	158
<b>Tabla 100.</b> Ingredientes activos fungicidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá).....	159
<b>Tabla 101.</b> Ingredientes activos de los fungicidas utilizados en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022). ..	160
<b>Tabla 102.</b> Periodicidad aplicación de plaguicidas en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). .....	161
<b>Tabla 103.</b> Aplicación de materia orgánica en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	162
<b>Tabla 104.</b> Tipo de materia orgánica aplicada en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	162
<b>Tabla 105.</b> Tipo de fertilización aplicada en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	163
<b>Tabla 106.</b> Fertilizantes aplicados en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	163
<b>Tabla 107.</b> Forma de fertilización en los predios seleccionados de la cuenca Tuluá (Tuluá) .....	164
<b>Tabla 108.</b> Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	165
<b>Tabla 109.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Cultivo asociado Agroforestal (Café + Nogal + Plátano + Cítricos), cuenca Tuluá (Tuluá). .....	167
<b>Tabla 110.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Monocultivo no mecanizado (café, cítricos o plátano), cuenca Tuluá (Tuluá).....	167
<b>Tabla 111.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera ondulada: Monocultivo semi-mecanizado (papa criolla, fresa), cuenca Tuluá (Tuluá). .....	168
<b>Tabla 112.</b> Resumen prácticas agronómicas zonas planas y ligeramente onduladas: Monocultivo tecnificado altamente mecanizado (soya – maíz), cuenca Tuluá (Tuluá).....	169
<b>Tabla 113.</b> Principales limitaciones y usos recomendados suelos cuenca Tuluá (Tuluá).	169
<b>Tabla 114.</b> Principales características puntos levantamiento información primaria en Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración Propia. ....	178
<b>Tabla 115.</b> Calificación uso recomendado Vs actual en los puntos levantamiento información primaria en Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración Propia. ....	180
<b>Tabla 116.</b> Puntos levantamiento información primaria en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: Elaboración Propia. ....	185
<b>Tabla 117.</b> pH e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	187
<b>Tabla 118.</b> pH del suelo en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	189
<b>Tabla 119.</b> MO e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	190
<b>Tabla 120.</b> MO del suelo en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	192
<b>Tabla 121.</b> Contenidos de Ca e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá). .....	193
<b>Tabla 122.</b> Contenidos de Ca en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	195
<b>Tabla 123.</b> Contenidos de Mg e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá). .....	196
<b>Tabla 124.</b> Contenidos de Mg en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	197
<b>Tabla 125.</b> Contenidos de K e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	198
<b>Tabla 126.</b> Contenidos de K en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá). ....	200
<b>Tabla 127.</b> CICE e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).....	201

<b>Tabla 128.</b> CICE en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	203
<b>Tabla 129.</b> Contenidos de B e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	204
<b>Tabla 130.</b> Contenidos de B en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	206
<b>Tabla 131.</b> Contenidos de Fe e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	206
<b>Tabla 132.</b> Contenidos de Fe en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	208
<b>Tabla 133.</b> Contenidos de Cu e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	209
<b>Tabla 134.</b> Contenidos de Cu en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	211
<b>Tabla 135.</b> Contenidos de Mn e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	212
<b>Tabla 136.</b> Contenidos de Mn en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	214
<b>Tabla 137.</b> Contenidos de Zn e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	215
<b>Tabla 138.</b> Contenidos de Zn en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	217
<b>Tabla 139.</b> Contenidos de P e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	218
<b>Tabla 140.</b> Contenidos de P en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	219
<b>Tabla 141.</b> DMP e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	220
<b>Tabla 142.</b> DMP en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	222
<b>Tabla 143.</b> Da e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	223
<b>Tabla 144.</b> Da en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	225
<b>Tabla 145.</b> LAA e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	226
<b>Tabla 146.</b> LAA en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	228
<b>Tabla 147.</b> Ks e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	228
<b>Tabla 148.</b> Ks en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).	230
<b>Tabla 149.</b> Restricciones de uso del agua para riego por predio en el cruce Tuluá/Tuluá: Salinidad. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).	231
<b>Tabla 150.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: Permeabilidad. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).	233
<b>Tabla 151.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: Cationes. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).	234
<b>Tabla 152.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: Aniones. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).	234
<b>Tabla 153.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: pH y elementos menores. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).	235
<b>Tabla 154.</b> Información de cultivos levantamiento información primaria Cali/Yumbo. Fuente: Elaboración propia.	240
<b>Tabla 155.</b> Datos puntos de levantamiento de información primaria en el cruce cuenca/municipio de Cali/Yumbo. Fuente: Elaboración Propia.	240
<b>Tabla 156.</b> Tipo de labranza en la cuenca Cali (Yumbo).	242
<b>Tabla 157.</b> Sistema de siembra en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	243
<b>Tabla 158.</b> Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por corregimiento.	244
<b>Tabla 159.</b> Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por cultivo.	244
<b>Tabla 160.</b> Ingredientes activos usados para manejo de arvenses en la cuenca Cali (Yumbo).	245
<b>Tabla 161.</b> Sistema de riego en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por corregimiento.	245
<b>Tabla 162.</b> Sistema de riego en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	245

<b>Tabla 163.</b> Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por corregimiento.	246
<b>Tabla 164.</b> Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por cultivos.	246
<b>Tabla 165.</b> Ingredientes activos insecticidas usados en la cuenca Cali (Yumbo).	246
<b>Tabla 166.</b> Clasificación de la persistencia en el suelo.	247
<b>Tabla 167.</b> Ingredientes activos de los insecticidas utilizados en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).	247
<b>Tabla 168.</b> Ingredientes activos fungicidas usados en la cuenca Cali (Yumbo).	247
<b>Tabla 169.</b> Ingredientes activos de los fungicidas utilizados en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).	247
<b>Tabla 170.</b> Periodicidad aplicación de plaguicidas en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	248
<b>Tabla 171.</b> Aplicación de materia orgánica en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	248
<b>Tabla 172.</b> Tipo de materia orgánica aplicada en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	248
<b>Tabla 173.</b> Tipo de fertilización aplicada en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	249
<b>Tabla 174.</b> Fertilizantes aplicados en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).	249
<b>Tabla 175.</b> Forma de fertilización en los predios seleccionados de la cuenca Cali (Yumbo).	249
<b>Tabla 176.</b> Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	250
<b>Tabla 177.</b> Resumen prácticas agronómicas zona plana y ligeramente onduladas: monocultivo tecnificado con varios niveles de mecanización (plátano, cacao, cítricos, maracuyá, papaya, producción de hortalizas en invernaderos y casas de malla), cuenca Cali (Yumbo).	250
<b>Tabla 178.</b> Principales limitaciones y usos recomendados suelos cuenca Cali (Yumbo).	251
<b>Tabla 179.</b> Principales características puntos levantamiento información primaria en Cali (Yumbo). Fuente: Elaboración Propia.	252
<b>Tabla 180.</b> Calificación uso recomendado Vs actual en los puntos levantamiento información primaria en Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración Propia.	252
<b>Tabla 181.</b> Puntos levantamiento información primaria en el cruce cuenca/municipio de Cali/Yumbo. Fuente: Elaboración Propia.	253
<b>Tabla 182.</b> pH e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	254
<b>Tabla 183.</b> pH del suelo en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	254
<b>Tabla 184.</b> MO e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	255
<b>Tabla 185.</b> MO del suelo en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	255
<b>Tabla 186.</b> Contenidos de Ca e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	256
<b>Tabla 187.</b> Contenidos de Ca en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	256
<b>Tabla 188.</b> Contenidos de Mg e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	257
<b>Tabla 189.</b> Contenidos de Mg en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	257
<b>Tabla 190.</b> Contenidos de K e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	258
<b>Tabla 191.</b> Contenidos de K en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	258
<b>Tabla 192.</b> CICE e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	259
<b>Tabla 193.</b> CICE en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	259
<b>Tabla 194.</b> Contenidos de B e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	260
<b>Tabla 195.</b> Contenidos de B en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	260
<b>Tabla 196.</b> Contenidos de Fe e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).	261

<b>Tabla 197.</b> Contenidos de Fe en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	261
<b>Tabla 198.</b> Contenidos de Cu e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). .....	262
<b>Tabla 199.</b> Contenidos de Cu en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	262
<b>Tabla 200.</b> Contenidos de Mn e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). .....	263
<b>Tabla 201.</b> Contenidos de Mn en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). ....	263
<b>Tabla 202.</b> Contenidos de Zn e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). .....	264
<b>Tabla 203.</b> Contenidos de Zn en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	264
<b>Tabla 204.</b> Contenidos de P e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). ....	265
<b>Tabla 205.</b> Contenidos de P en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	265
<b>Tabla 206.</b> DMP e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	266
<b>Tabla 207.</b> DMP en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	266
<b>Tabla 208.</b> Da e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	267
<b>Tabla 209.</b> Da en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). ....	267
<b>Tabla 210.</b> LAA e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	268
<b>Tabla 211.</b> LAA en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). ....	268
<b>Tabla 212.</b> Ks e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo). ....	269
<b>Tabla 213.</b> Ks en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).....	269
<b>Tabla 214.</b> Restricciones de uso del agua para riego por predio en el cruce Cali/Yumbo: Salinidad. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). ....	270
<b>Tabla 215.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: Permeabilidad. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).....	271
<b>Tabla 216.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: Cationes. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).....	271
<b>Tabla 217.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: Aniones. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).....	271
<b>Tabla 218.</b> Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: pH y elementos menores. Fuente Interpretación: (Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). ....	271
<b>Tabla 219.</b> Información general sobre las socializaciones realizadas. ....	274
<b>Tabla 220.</b> Socialización Actividad 008: “Levantamiento de línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo”.....	275

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa conceptual de la serie de pasos necesarios para obtener una línea base.	21
<b>Figura 2.</b> Áreas de estudio cruce cuenca/municipio vigencia 2022.	26
<b>Figura 3.</b> Coberturas presentes en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	31
<b>Figura 4.</b> Ordenes de suelo presentes en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	32
<b>Figura 5.</b> Capacidad de uso del suelo en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	33
<b>Figura 6.</b> Provincias de humedad en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	38
<b>Figura 7.</b> Área en hectáreas de cultivos sembrados en el municipio de Yumbo durante el 2020. Fuente: (UMATA-Yumbo, 2020).	39
<b>Figura 8.</b> Coberturas presentes en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).	44
<b>Figura 9.</b> Ordenes de suelo presentes en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).	45
<b>Figura 10.</b> Capacidad de uso del suelo en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).	46
<b>Figura 11.</b> Provincias de humedad en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).	55
<b>Figura 12.</b> Área en hectáreas de cultivos sembrados en el municipio de Tuluá durante el 2020. Fuente: (UMATA-Tuluá, 2020).	57
<b>Figura 13.</b> Coberturas presentes en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	58
<b>Figura 14.</b> Ordenes de suelo presentes en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	59
<b>Figura 15.</b> Capacidad de uso del suelo en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	62
<b>Figura 16.</b> Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).	62
<b>Figura 17.</b> Perfiles en zona plana de Tuluá y Yumbo. Sondeo con barreno en Yumbo. ....	66
<b>Figura 18.</b> Muestreo de suelos para análisis físico y químico.	67
<b>Figura 19.</b> Ubicación de puntos levantamiento de información primaria incluidos en el estudio cuenca Yumbo (Yumbo).	72
<b>Figura 20.</b> Enfoque del análisis para la elaboración de la línea base. ....	75
<b>Figura 21.</b> Cultivo de café en asocio con frutales sembrado mediante ahoyado en la zona de ladera de la cuenca Yumbo (Yumbo).	78
<b>Figura 22.</b> Ingredientes activos de los herbicidas para el manejo de arvenses en la cuenca Yumbo (Yumbo).	79
<b>Figura 23.</b> Ingredientes activos de insecticidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo). ....	82
<b>Figura 24.</b> Ingredientes activos de fungicidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo).	84
<b>Figura 25.</b> Levantamiento información primaria cruce Yumbo/Yumbo.	101
<b>Figura 26.</b> Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).	102
<b>Figura 27.</b> Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).	103
<b>Figura 28.</b> Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).	103

<b>Figura 29.</b> Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	105
<b>Figura 30.</b> Contenidos de Calcio (Ca), en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	106
<b>Figura 31.</b> Contenidos de Ca en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	107
<b>Figura 32.</b> Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	108
<b>Figura 33.</b> Contenidos de Mg en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	109
<b>Figura 34.</b> Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	110
<b>Figura 35.</b> Contenidos de K en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	111
<b>Figura 36.</b> CICE en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	112
<b>Figura 37.</b> CICE en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	113
<b>Figura 38.</b> Contenidos de B en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).....	114
<b>Figura 39.</b> Contenidos de B en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	115
<b>Figura 40.</b> Contenidos de Fe en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).....	116
<b>Figura 41.</b> Contenidos de Fe en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	117
<b>Figura 42.</b> Contenidos de Cu en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	118
<b>Figura 43.</b> Contenidos de Cu en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	119
<b>Figura 44.</b> Contenidos de Mn en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	120
<b>Figura 45.</b> Contenidos de Mn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	121
<b>Figura 46.</b> Contenidos de Zn en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).....	122
<b>Figura 47.</b> Contenidos de Zn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	123
<b>Figura 48.</b> Contenidos de P en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).....	124
<b>Figura 49.</b> Contenidos de P en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	125
<b>Figura 50.</b> DMP en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).....	126
<b>Figura 51.</b> DMP en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	127
<b>Figura 52.</b> Da en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	128
<b>Figura 53.</b> Da en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	129
<b>Figura 54.</b> LAA en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	130
<b>Figura 55.</b> LAA en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).....	131
<b>Figura 56.</b> Ks en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).....	132
<b>Figura 57.</b> Ks en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo). .....	133
<b>Figura 58.</b> Puntos de muestreo de agua en la cuenca Yumbo (Yumbo).....	135
<b>Figura 59.</b> Ubicación de puntos levantamiento de información primaria incluidos en el estudio cuenca Tuluá (Tuluá).....	145
<b>Figura 60.</b> Enfoque del análisis para la elaboración de la línea base. ....	149
<b>Figura 61.</b> Ingredientes activos de los herbicidas para el manejo de arvenses en la cuenca Yumbo (Yumbo).....	153
<b>Figura 62.</b> Ingredientes activos de insecticidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá).....	157
<b>Figura 63.</b> Ingredientes activos de fungicidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá). .....	159
<b>Figura 64.</b> Levantamiento información primaria cruce Tuluá/Tuluá. ....	187



<b>Figura 65.</b> Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	189
<b>Figura 66.</b> Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	189
<b>Figura 67.</b> Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	191
<b>Figura 68.</b> Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	192
<b>Figura 69.</b> Contenidos de Calcio (Ca), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	194
<b>Figura 70.</b> Contenidos de Ca en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	195
<b>Figura 71.</b> Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	197
<b>Figura 72.</b> Contenidos de Mg en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	198
<b>Figura 73.</b> Contenidos de K en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	200
<b>Figura 74.</b> Contenidos de K en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	201
<b>Figura 75.</b> CICE en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	203
<b>Figura 76.</b> CICE en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	203
<b>Figura 77.</b> Contenidos de B en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	205
<b>Figura 78.</b> Contenidos de B en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	206
<b>Figura 79.</b> Contenidos de Fe en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	208
<b>Figura 80.</b> Contenidos de Fe en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	209
<b>Figura 81.</b> Contenidos de Cu en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	211
<b>Figura 82.</b> Contenidos de Cu en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	212
<b>Figura 83.</b> Contenidos de Mn en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	214
<b>Figura 84.</b> Contenidos de Mn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	214
<b>Figura 85.</b> Contenidos de Zn en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	216
<b>Figura 86.</b> Contenidos de Zn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	217
<b>Figura 87.</b> Contenidos de P en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	219
<b>Figura 88.</b> Contenidos de P en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	220
<b>Figura 89.</b> DMP en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	222
<b>Figura 90.</b> DMP en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	223
<b>Figura 91.</b> Da en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	225
<b>Figura 92.</b> Da en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	225
<b>Figura 93.</b> LAA en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	227
<b>Figura 94.</b> LAA en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	228
<b>Figura 95.</b> Ks en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	230
<b>Figura 96.</b> Ks en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).	231
<b>Figura 97.</b> Puntos de muestreo de agua en la cuenca Tuluá (Tuluá).	232
<b>Figura 98.</b> Ubicación de puntos levantamiento de información primaria incluidos en el estudio cuenca Cali (Yumbo).	241
<b>Figura 99.</b> Enfoque del análisis para la elaboración de la línea base.	242

<b>Figura 100.</b> Labranza convencional mecanizada cultivo de maracuyá, cuenca Cali (Yumbo).	243
<b>Figura 101.</b> Cultivo de Maracuyá sembrado en camas, cuenca Cali (Yumbo).	244
<b>Figura 102.</b> Levantamiento información primaria cruce Cali/Yumbo.	253
<b>Figura 103.</b> Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).	254
<b>Figura 104.</b> Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	255
<b>Figura 105.</b> Contenidos de Calcio (Ca), en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	256
<b>Figura 106.</b> Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	257
<b>Figura 107.</b> Contenidos de K en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	258
<b>Figura 108.</b> CICE en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	259
<b>Figura 109.</b> Contenidos de B en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	260
<b>Figura 110.</b> Contenidos de Fe en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	261
<b>Figura 111.</b> Contenidos de Cu en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	262
<b>Figura 112.</b> Contenidos de Mn en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	263
<b>Figura 113.</b> Contenidos de Zn en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	264
<b>Figura 114.</b> Contenidos de P en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	265
<b>Figura 115.</b> DMP en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	266
<b>Figura 116.</b> Da en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	267
<b>Figura 117.</b> LAA en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	268
<b>Figura 118.</b> Ks en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).	269
<b>Figura 119.</b> Puntos de muestreo de agua en la cuenca Cali (Yumbo).	270
<b>Figura 120.</b> Invitación socialización cuenca Yumbo (Yumbo).	276
<b>Figura 121.</b> Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá)	276
<b>Figura 122.</b> Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá)	277
<b>Figura 123.</b> Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá).	277
<b>Figura 124.</b> Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá).	277
<b>Figura 125.</b> Registro fotográfico socialización de resultados. Finca Mambuscay, cuenca Yumbo (Yumbo).	278
<b>Figura 126.</b> Registro fotográfico socialización de resultados. UMATA Yumbo, cuenca Yumbo (Yumbo).	278
<b>Figura 127.</b> Registro fotográfico socialización de resultados. Tuluá-La Marina, cuenca Tuluá (Tuluá).	278
<b>Figura 128.</b> Registro fotográfico socialización de resultados. Tuluá-La Diadema, cuenca Tuluá (Tuluá).	279

## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta el informe del Proyecto 1001 Resultado 1-Actividad 008: **“Levantamiento de línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo”**, para la vigencia 2022, en el marco del Convenio 102 de 2021 celebrado entre la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca y la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Para el desarrollo del estudio, la CVC priorizó tres cuencas hidrográficas y municipios en el Departamento del Valle del Cauca: cuenca Yumbo municipio Yumbo, cuenca Cali municipio Yumbo y cuenca Tuluá municipio Tuluá.

Para el desarrollo del proyecto se realizó el análisis de la información disponible en estudios relacionados con el recurso suelo y agua de las cuencas hidrográficas priorizadas, como insumo base para identificar el manejo agronómico de los cultivos más representativos, así como adelantar campañas de monitoreo y seguimiento de las propiedades fisicoquímicas del suelo en predios con cultivos agrícolas priorizados.

Los predios seleccionados en el área de estudio corresponden a cultivos localizados en la delimitación cartográfica existente entre el límite geográfico del área de la cuenca de interés con la división político-administrativa de cada municipio asignado; este procedimiento se realizó para las cuencas incluidas en esta vigencia. En el documento solo se mencionará el municipio donde se ubican los predios seleccionados, sin embargo, se entiende que el estudio se realizó en el área delimitada por la CVC en los estudios previos.

En este documento se incluye la revisión de información disponible en el *“estudio semidetallado de suelos del Valle del Cauca CVC – IGAC”* (2017), y la cartografía disponible de las cuencas para esta vigencia.

Se realizaron campañas de muestreo de suelos y aguas, en cultivos priorizados que incluyeron: i) municipio Yumbo: aromáticas (tomillo), café, cacao, plátano, cítricos y frutales (mango); ii) municipio Tuluá: cítricos, café, plátano, aguacate, banano, mora, lulo, tomate de árbol, papa criolla, fresa, habichuela, tomate, soya, maíz y ají. También se desarrolló un instrumento de encuesta para prácticas, técnicas y tecnologías, que se validó con expertos y algunos agricultores del sector en las cuencas del estudio. Se realizó el análisis de la información recolectada, y finalmente se adelantaron gestiones en cada municipio para la socialización del proyecto ante las UMATAS, empresas y asociaciones de agricultores; actores clave para la definición y selección de los cultivos priorizados en este proyecto.

---

## 2. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

Las cuencas hidrográficas del Valle del Cauca cuentan con ecosistemas y áreas con intervención antrópica denominadas agroecosistemas, donde se desarrollan actividades agropecuarias, que hacen parte fundamental de la economía de las comunidades que las habitan. En este sentido, es de vital importancia implementar prácticas de conservación, que permitan conservar la capacidad de estos agroecosistemas y ecosistemas de proveer servicios de abastecimiento, como la producción de alimentos. Por lo anterior, cada día es más importante conciliar el rendimiento y rentabilidad de la producción agrícola, con el manejo y conservación de los recursos naturales, entre los que se destaca el suelo por ser de vital importancia tanto agrícola como ecológica.

Actualmente, el manejo de los cultivos para las cuencas priorizadas, en general, se basa en la obtención de la máxima rentabilidad del sistema productivo, por lo que es habitual encontrar experiencias exitosas de agricultores, que empíricamente han desarrollado estrategias para obtener el máximo rendimiento en sus predios y que luego se extienden por la región (ensayo-error). Sin embargo, estas experiencias están poco documentadas en lo relacionado con el efecto que las prácticas, técnicas y tecnologías de cultivo tienen sobre el ambiente, y específicamente, sobre la calidad y salud del suelo. La información disponible sobre el efecto de las prácticas agropecuarias sobre el suelo, reportan problemáticas relacionadas con la degradación del suelo, como erosión y conflicto por el uso del suelo.

Por tal razón, es de gran relevancia adelantar campañas de monitoreo que permitan establecer el estado actual de los suelos y aguas en los predios priorizados, que incluyan características fácilmente medibles e interpretables; adicionalmente, documentar las prácticas agronómicas que se implementan en los cultivos más representativos de cada cuenca. Para obtener esta información fue necesario realizar un “**Estudio de Línea Base – ELB**”, que incluye el conocimiento de las prácticas, técnicas y tecnologías en cultivos de interés, junto con el estudio del estado actual de las propiedades fisicoquímicas de suelos y aguas. En este sentido, el estudio permitirá determinar la influencia y presión que tienen diferentes prácticas agronómicas en la degradación de la calidad y salud del suelo. El ELB permitirá soportar intervenciones y programas futuros que se enfoquen en investigación, conservación, recuperación y transferencia de tecnología, para el manejo ecológico de suelos de uso agrícola, convirtiéndolo en una herramienta para la gestión y protección del suelo.

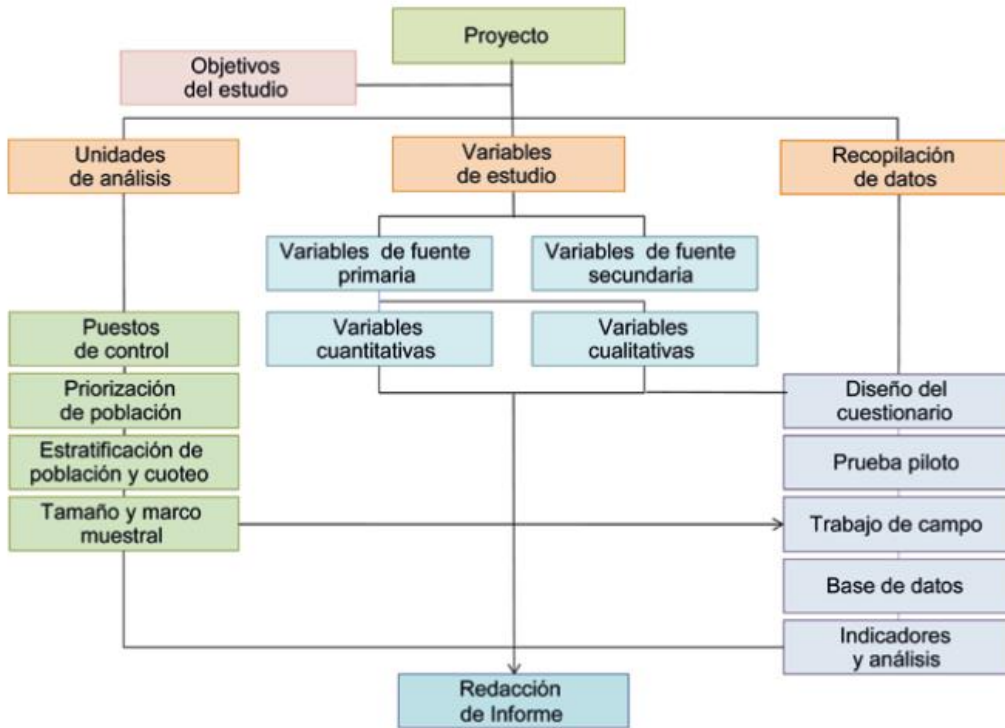
---

### 3. MARCO REFERENCIAL

Para entender el alcance del ELB en este proyecto, se cita la definición de (Medianero, 2011), que establece que *“Un estudio de línea de base es una investigación aplicada, realizada con la finalidad de describir la situación inicial de la población objetivo de un proyecto, así como del contexto pertinente, a los efectos de que esta información pueda compararse con mediciones posteriores y de esta manera evaluar objetivamente la magnitud de los cambios logrados en virtud de la implementación de un proyecto”*. En este estudio, se definen las etapas necesarias para obtener una línea de base, que abarca desde la determinación del área de estudio hasta la redacción del informe final. Esta serie de pasos se puede resumir en tres procesos: a) determinación del marco muestral, b) especificación de las variables de estudio y c) generación, almacenamiento y análisis de los datos.

Debido a las características del proyecto, se definió que el marco muestral es no probabilístico, dirigido a tres zonas priorizadas a nivel de cuenca en el Valle del Cauca. En cada una de estas cuencas se seleccionó por parte de la CVC un municipio, donde se priorizaron 29 predios en el cruce Yumbo/Yumbo, 60 predios en el cruce Tuluá/Tuluá y 1 predio en el cruce Yumbo/Cali, los cuales manejan cultivos representativos de la zona donde se desarrolló el levantamiento de información de actividades agronómicas (prácticas, técnicas y tecnologías), los muestreos de suelos en los predios e información agua utilizada para el riego.

En la selección de los predios se consideraron factores que puedan influir en la capacidad agronómica de los suelos, tales como: orden de suelo, clase agrológica, ubicación geográfica, cercanía a fuentes hídricas, tipo de cultivo, tipo de tecnología usada y tipo de agricultor. En la **Figura 1** se incluyen las etapas que permiten consolidar un ELB. La **Tabla 1**, presenta una breve descripción de las etapas, esta información se utilizó como guía para la programación y ejecución del levantamiento del ELB en este proyecto.



**Figura 1.** Mapa conceptual de la serie de pasos necesarios para obtener una línea base.  
Fuente: (Medianero, 2011).

**Tabla 1.** Descripción de la serie de pasos necesarios para obtener una línea base.  
Fuente: (Medianero, 2011).

Pasos	Alcance
1. Determinación del ámbito del estudio	Implica precisar si las unidades de análisis son sujetos u objetos, lo cual depende del objetivo de la intervención.
2. Determinación de los objetivos	Por lo general, el objetivo de un ELB es ofrecer una referencia sólida para mediar cambios que se lograrían gracias a la ejecución del proyecto. Además, los ELB deben mostrar evidencias cualitativas de la situación de la población objetivo al inicio de la intervención.
3. Selección de variables e indicadores	Se debe considerar la capacidad para representar los objetivos o resultados que se desean medir, así como la viabilidad de obtener información de base, primaria o secundaria. Para ello, los objetivos deben ser claros, específicos y medibles.
4. Determinación del marco muestral	Existen dos tipos generales de estrategias de muestreo: probabilístico y no probabilístico o dirigido. Cuando una encuesta se realiza sólo a una parte de la población, se trata de un estudio muestral. A efectos de que la información obtenida de una muestra sea válida, ésta debe ser representativa de la población.
5. Diseño del cuestionario	Es el formulario que contiene las preguntas o variables de la investigación y en el que se registran las respuestas de los encuestados. Las preguntas que contiene un cuestionario están

Pasos	Alcance
	determinadas por los objetivos de la investigación que se desea realizar.
6. Prueba piloto del cuestionario	Una vez que se ha elaborado el cuestionario conviene hacer una valoración; debe ser sometido a un grupo de personas para una prueba. Lo cual ayudará a detectar defectos de contenido y/o forma. Una vez perfeccionado el cuestionario se podrá dirigir a la muestra que se considere oportuna.
7. Trabajo de campo	Conjunto de actividades realizadas para recopilar datos. Incluye la supervisión de cuestionarios y el control de los errores de la falta de respuesta.
8. Construcción de la base de datos	Supone un tratamiento informático, incluyendo almacenamiento para su posterior tabulación y análisis. Constituye la plataforma sobre la cual se realizan los análisis que permitirán convertir los datos en información relevante para la toma de decisiones.
9. Análisis de datos	En términos generales, es su transformación en información organizada y relevante mediante el uso de estadística descriptiva, tanto en lo que se refiere al análisis de una sola variable, como la de las observaciones de las relaciones entre dos o más variables.
10. Redacción del informa final	Los informes de línea base se deben planificar como parte de una estrategia de difusión, que incluye, además del informe técnico, socializaciones ante diversos públicos y la difusión en los medios de comunicación de los resúmenes ejecutivos.

### 3.1 CONCEPTOS ORIENTADORES EN EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Es importante presentar la definición de los distintos conceptos utilizados para orientar el desarrollo de la actividad, los cuales permiten realizar un adecuado levantamiento de línea base y posterior análisis de las técnicas, prácticas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo.

#### 3.1.1. Técnicas, tecnologías y prácticas de producción agrícola asociadas con el uso del suelo

Aunque los términos, técnicas, tecnologías y prácticas se usan en ocasiones indistintamente, especialmente, el concepto de tecnología que se encuentra en permanente evolución. Las definiciones se presentan a continuación:

- **Técnica:** De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española (RAE), es el conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte, o los conocimientos o habilidades que permiten realizar una labor, en este caso, de cultivo.
- **Tecnología:** indica el conjunto de instrumentos, herramientas y procedimientos de cierto sector; e igualmente se puede encontrar la definición: conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Es decir, puede abarcar el termino técnica.
- **Prácticas en la producción agrícola:** abarcan desde la adecuación y preparación del terreno, riego, fertilización, manejo fitosanitario, manejo de arvenses, podas en verde

y en seco, cosecha, postcosecha. En este sentido, existen regulaciones, como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), que se aplican cuando se debe realizar control de calidad para acceder a mercados especializados y/o exportación; independientemente de la técnica o tecnología utilizadas, las BPA tienen tres aspectos de obligatorio cumplimiento, que se deben cumplir para lograr la calidad del producto: a) inocuidad, b) conservación del ambiente y, c) seguridad y bienestar de los trabajadores (ICA & CCI, 2009).

En las cuencas y cultivos priorizados se realizan diferentes prácticas, que, con sus respectivas técnicas y tecnologías de producción, serán documentadas en el levantamiento del estudio de línea de base - ELB.

### 3.1.2. Salud del suelo

La salud del suelo se ha definido como su capacidad para funcionar como un sistema vivo. Los suelos sanos mantienen una comunidad variada de organismos, que ayudan a controlar las enfermedades de las plantas, insectos y malezas, forman asociaciones simbióticas beneficiosas con las raíces, reciclan nutrientes esenciales para las plantas, mejoran la estructura del suelo con efectos positivos para el agua del suelo y la capacidad de retención de nutrientes; en última instancia mejoran la producción agrícola. Un suelo sano también contribuye a la mitigación del cambio climático, manteniendo o aumentando las existencias (stock) de carbono estable (FAO, Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables, 2015).

### 3.1.3. Degradación del suelo

La degradación de los suelos se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios y/o funciones ecosistémicas y ambientales, ocasionada por procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o la destrucción total del componente ambiental (MAVDT & IDEAM, 2004).

La degradación de suelos puede ser física, química o biológica. La degradación física se relaciona con procesos erosivos y de compactación; en la degradación química se presenta la salinización, la acidificación/ alcalinización y la contaminación; la degradación biológica se evidencia por la pérdida de la materia orgánica, el desequilibrio de la actividad biológica y procesos de mineralización del suelo (Minambiente & IDEAM, 2015). La definición de erosión según el protocolo de degradación de suelos por erosión es *“la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el hombre, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales”* (Minambiente & IDEAM, 2015).

### 3.1.4. Tipos de agricultura

**Agricultura tradicional:** El término de agricultura tradicional se deriva de la forma en que se difunden los conocimientos, y se distingue por lo reducido de la cantidad y la calidad de



---

la energía usada en el agroecosistema; predomina en las tierras agrícolas del mundo con climas favorables o marginales para la producción (Hernández, 1988).

**Agricultura tecnificada:** La agricultura tecnificada impulsa el uso de paquetes tecnológicos, que incluyen maquinaria agrícola, fertilizantes y plaguicidas, entre otras. Igualmente, se caracteriza por una labranza intensiva (Clavijo, 2013).

**Agricultura orgánica:** La agricultura orgánica emplea una serie de estrategias, buscando la independencia del uso de insumos de origen sintético, que presentan riesgos para la salud de las personas, animales y medio ambiente; también destacan, incorporación de estiércol compostado, uso de abonos verdes, establecimiento de rotaciones de cultivos y realizan el mínimo laboreo del suelo, con el objetivo de favorecer la fertilidad del suelo, conservar o aumentar la materia orgánica; se potencia la biodiversidad espacial y temporal de los predios con prácticas tales como cultivos asociados, rotación de cultivos y sistemas silvopastoriles (Min. Agricultura Chile, 2011).

**Agricultura ecológica:** La agricultura ecológica se caracteriza por evitar el uso de agrotóxicos para el control de plagas, enfermedades y arvenses, ni métodos que provoquen el deterioro de los suelos y el medio ambiente en general. Las tecnologías ecológicas promueven la diversificación de la producción y la intensificación de las interacciones biológicas y procesos naturales beneficiosos que ocurren en los sistemas naturales; considera la fertilidad del suelo como un factor clave para la producción de alimentos y promueve prácticas que garantizan la calidad e inocuidad en toda la cadena de producción de alimentos ecológicos (ICA, 2016).

**Agricultura protegida:** La agricultura protegida es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, minimizando restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos (Moreno, Aguilar, & Luévano, 2011). El invernadero es una las estrategias más utilizadas en la agricultura protegida, se define como un recinto delimitado por una estructura de madera o de metal, recubierta por vidrio o cualquier material plástico que permita ingresar la luz solar al interior, en donde suelen cultivarse hortalizas y plantas ornamentales durante épocas donde las condiciones climáticas externas no permiten obtener buenos rendimientos (Galmarini, Andreau, Bouzo, & Et. al., 2019).

Otra tecnología utilizada, son las casas de malla, tienen como objetivo la protección mecánica contra el ataque de insectos y así reducir el uso de agroquímicos, logrando productos más inocuos y de mayor calidad (Ramirez, 2018).

El acolchado (comúnmente conocido como mulch o mantillo), es una técnica que consiste en colocar materiales como paja, aserrín, capotillo de arroz, plástico o papel, cubriendo el suelo, con la finalidad de proteger al cultivo y al suelo de los agentes atmosféricos, promover cosechas precoces, aumentar rendimientos y evitar el contacto del producto con el suelo. El uso de acolchado de polietileno en los cultivos genera importantes modificaciones en el

ambiente físico donde se cultivan las plantas, cuya intensidad depende del tipo de polietileno que se utilice (Ucles , 2011).

Otra tecnología, que se enmarca en este tipo de agricultura son las cortinas o cercas rompe vientos, que permiten la formación de un microclima que reduce la velocidad del viento. Cuando son establecidas adecuadamente, son de suma utilidad para mejorar el medio ambiente en los cultivos bajo riego en zonas áridas. En estas condiciones las plantas vegetan mejor. Las cortinas contribuyen a: Reducir la temperatura del aire, limitar la evapotranspiración que ocasionan vientos cálidos y secos, reducen la erosión del suelo, entre otras. El control de estos factores limitantes permite mejorar la producción (Sisa, 2017).

**Agricultura de precisión:** Es un conjunto de técnicas de cultivo que utilizan tecnologías de la información para ajustar el uso de semillas y de agroquímicos en función de la diversidad del medio físico y del medio biológico, lo cual conlleva una reducción de los costes de producción y una gestión agrícola respetuosa con el ambiente y en particular con el suelo y las fuentes hídricas superficiales y subterráneas (Fernández, 2002).

### 3.1.5. Tipos de cultivo

#### **Monocultivo**

Sistema de producción agrícola que consiste en dedicar toda la tierra disponible al cultivo de una sola especie vegetal (Franco, 2010). Junto con la labranza los monocultivos también son causantes de procesos erosivos en los suelos, esto debido a la exposición del suelo a factores ambientales por la falta de cobertura vegetal; los monocultivos también tienen un efecto negativo en la biodiversidad del ecosistema ya que manejan una sola especie en grandes espacios del predio que a la vez afecta la fertilidad del suelo (Clavijo, 2013).

#### **Policultivo**

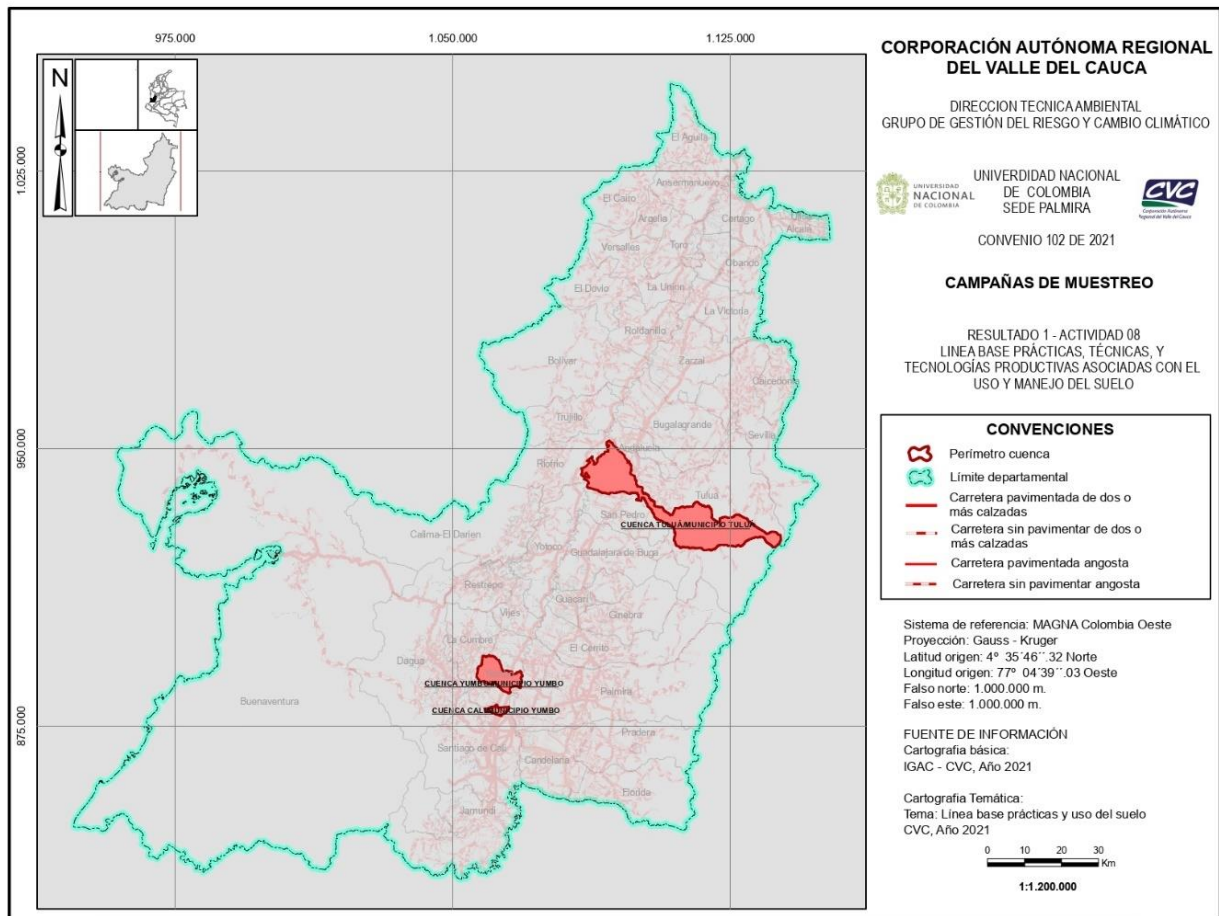
Sistema basado en el cultivo simultáneo de diversas especies vegetales. Agroecosistemas en los cuales se plantan especies con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia interespecífica y/o complementaria. Estas interacciones pueden tener efecto inhibidores o estimulantes en los rendimientos (Araujo, 2014).

#### **Cultivos asociados**

Cuando la distribución de los cultivos tiende a una mezcla completa. También, es una práctica alternativa, la cual promueve una mayor biodiversidad, mejora el uso de los recursos naturales, disminuye el riesgo de pérdida total de la cosecha, y proporciona protección contra daños por plagas y enfermedades (Gomez & Zabaleta , 2001).

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con los requerimientos definidos en el Convenio 102 de 2021, las zonas de estudio corresponden a la delimitación cartográfica existente entre el límite geográfico del área de la cuenca de interés con la división político-administrativa de cada municipio asignado en la vigencia 2022 (**Figura 2**). En este capítulo se presenta la información sobre propiedades del suelo, condiciones de uso del suelo a nivel departamental y datos generales sobre las cuencas asignadas a la Actividad 008. Esta información fue tomada principalmente de los planes de ordenamiento y manejo de cuencas disponibles de la CVC, teniendo en cuenta que esta información se conserva en el tiempo y no se evidencian actualizaciones relevantes a la fecha.



**Figura 2.** Áreas de estudio cruce cuenca/municipio vigencia 2022.

Como se observa en la **Tabla 2**, el cruce cuenca/municipio correspondiente a Tuluá/Tuluá representa el 41,28% de la cuenca Tuluá y el 41,51% del municipio Tuluá; mientras que el cruce Yumbo/Yumbo representa el 100% de la cuenca Yumbo y el 29,30% del municipio de Yumbo; por otro lado, el cruce Cali/Yumbo representa el 4,71% de la cuenca Cali y solo el 1,82% del municipio de Yumbo.

**Tabla 2.** Información básica del área de estudio.

Cuenca	Área Cuenca (ha)	Mpio.	Área Municipio (ha)	Cruce Cuenca/ Municipio	Área Cruce (ha)	Área Cruce en Cuenca (%)	Área Cruce en Mpio (%)
Tuluá	91.495,35	Tuluá	90.988,50	Tuluá/Tuluá	37.772,44	41,28	41,51
Yumbo	6.715,39	Yumbo	22.915,58	Yumbo/Yumbo	6.715,39	100,00	29,30
Cali	21.526,52	Cali	55.875,40	Cali/Yumbo	1.014,36	4,71	1,82

En los siguientes ítems se presenta la descripción del área de estudio para cada una de las cuencas/municipios incluidas en la vigencia 2022.

#### 4.1 CONDICIONES GENERALES DEL SUELO EN ZONA DE LADERA DEL VALLE DEL CAUCA

Dado que una parte importante del área de las cuencas se encuentran en zona de ladera, es relevante la información secundaria sobre las características fisicoquímicas del suelo. La fertilidad de los suelos en zona de ladera en el departamento del Valle del Cauca tiene contenidos medios de MO (8,01%), K (0,4 cmol/Kg), bajos en P (8,83 mg/Kg), aunque los suelos derivados de cenizas volcánicas se caracterizan por tener una alta capacidad de fijación, altos en Ca (7,64 cmol/Kg) y Mg (2,66 cmol/Kg), con acidez adecuada y sin problemas de Al. Yumbo se caracteriza por un pH mayor que 5,0, contenido de Al inferior a 1 cmol/Kg y es de los municipios con menores contenidos de P (<4,0 mg/Kg). En Tuluá predominan los contenidos medios de MO (>5,0%) y P (>8.0 mg/Kg). La variación que presenta la MO podría relacionarse con la diversidad de materiales parentales, como cenizas volcánicas con altos contenidos de MO y suelos derivados de rocas ígneas con bajos porcentajes de MO. También influye sobre esta propiedad el clima, a mayor temperatura la tasa de mineralización de la MO aumenta. En este sentido, el uso del suelo afecta la actividad microbiana ya que el microclima generado y el tipo de material orgánico aportado por los árboles de sombrío en cafetales, reduce su actividad, contrario a lo que ocurre en cafetales a plena exposición del sol (Patiño, Sadeghian, & Montoya, 2006).

Los menores valores de MO (<5%) se encuentran en La Unión y La Victoria, lo cual se explica por su ubicación altitudinal en la zona baja del departamento, donde la mayor temperatura favorece la mineralización. Los mayores contenidos de K se observaron en El Cairo, Ansermanuevo, Argelia, Versailles, El Dovio, La Unión y Roldanillo, que se puede explicar por la presencia de la unidad Fondesa y por las aplicaciones de fertilizantes potásicos en el cultivo de café, mientras que en Restrepo se presenta una tendencia semejante pero orientada al cultivo de piña (Patiño, Sadeghian, & Montoya, 2006).

La generación de cárcavas es otro de los problemas asociados con el conflicto por el uso del suelo en la zona de ladera del departamento; las cárcavas están generalmente relacionadas a las entregas localizadas de agua en áreas susceptibles, aumentando la energía del agua, desencadenando un proceso de erosión. Los cultivos limpios en ladera,

los surcos en sentido de la pendiente, el sobrepastoreo y la desprotección de drenajes son los principales factores que favorecen la formación de cárcavas. En las áreas aledañas a las cárcavas en el Valle del Cauca, predominan los cultivos intensivos en el manejo de suelos y arvenses (como la piña) y la ganadería intensiva, con una alta proporción de suelo desnudo. No se aplica ninguna practica de conservación de suelos, y las desyerbas drásticas con azadón y herbicidas dejan el suelo totalmente desnudo, lo cual favorece el desprendimiento y transporte de sedimentos por efecto de las aguas de escorrentía en los periodos lluviosos (Rivera, Sinisterra, & Calle).

## 4.2 CUENCA YUMBO /MUNICIPIO YUMBO

**Localización.** La cuenca se localiza en la región andina suroccidental y la región central del valle geográfico del río Cauca, departamento del Valle del Cauca, entre la vertiente oriental de la cordillera Occidental y la margen izquierda de dicho río, está bajo la jurisdicción de la Dirección Regional Suroccidente de la CVC. Esta cuenca limita al norte con la subcuenca del río Mulaló, al sur con la cuenca del río Arroyohondo, al oriente con el río Cauca y al occidente con la parte alta de la cuenca del río Dagua. Las altitudes oscilan entre los 950 msnm y los 2.218 msnm, con pisos térmicos: cálido con 4.937 ha que equivalen al 74%, medio donde están 1.614 ha que son el 24% y frío el restante 2%. La temperatura oscila entre 12°C en la parte alta hasta un promedio de 25°C en la zona baja (CVC, 2010).

El área de la cuenca es de 6.673 hectáreas, distribuida en la zona urbana, una zona industrial y una zona rural conformada por los corregimientos Arroyohondo (13%), Dapa (4%), La Buitrera (8%), Mulaló (19%), Santa Inés (22%) y Yumbillo (21%). En esta cuenca se ubica la industrial ciudad de Yumbo dividida en cuatro comunas. El río recorre la ciudad de oeste a este. La cuenca del río Yumbo tiene orientación occidente-oriente, proporcionando una mayor duración de la exposición solar, disponiendo de mayor cantidad de energía lo que incide directamente en el incremento de temperatura y con ello mayor evaporación. La localización geográfica influye en el grado de exposición a corrientes de aire, que varían de acuerdo con la altitud y la latitud (CVC, 2010).

**Precipitación.** En la cordillera Occidental, así como en el resto del territorio nacional, la variación anual de la precipitación está determinada por el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical (ZCIT). La precipitación constituye la entrada natural de agua a la cuenca y se considera el elemento básico del clima. La precipitación anual en la cuenca varía alternando dos periodos con niveles altos de precipitación y dos con niveles bajos. El primer periodo de lluvias altas corresponde a los meses de marzo, abril y mayo; el segundo se presenta en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Alternando estos meses se hallan los meses de menor precipitación, los cuales corresponden a enero, febrero, junio, julio, agosto y diciembre. De forma general para la cuenca se tiene que esta presenta un régimen de lluvias medias anuales que oscila entre 972 mm en la parte baja de la cuenca y 1.224 mm en la parte más alta de la misma; se presentan a nivel mensual lluvias máximas de 168 mm en la parte alta y 151 mm en la parte baja y lluvias mínimas de 46 mm en la parte alta y 41 mm en la parte baja (CVC, 2010).

**Evaporación.** La evaporación media multianual en la parte alta de la cuenca es aproximadamente 1.074 mm/año lo que corresponde a un promedio mensual de 89,5

mm/mes, hacia la parte baja de la cuenca la evaporación es de 1.190 mm/año con un promedio mensual de 99,2 mm/mes (CVC, 2010).

**Temperatura.** El calentamiento de la atmósfera es el resultado de la acción de la radiación solar sobre la misma atmósfera y sobre la superficie terrestre. La variación de la temperatura está estrechamente relacionada con la latitud y la altitud. Sin embargo, no obedece a gradientes continuos, pues a veces se presentan inversiones térmicas, cuando masas de aire caliente se sobreponen a masas frías, lo cual ocurre tanto en superficie como en la Tropósfera. En la cuenca la temperatura media en la zona plana corresponde a 24°C, en la zona media la temperatura es aproximadamente de 21°C y en la parte alta la temperatura es de 17°C (CVC, 2010).

**Pendiente.** La cuenca Yumbo presenta un 46,8% de su territorio con una pendiente fuertemente quebrada, en la zona alta y media de la cuenca y un 14,8% en pendientes que definen un terreno escarpado. En la zona plana, en terreno apto para el establecimiento de actividades productivas con menos restricciones, se tiene un 17%. Los procesos de erosión en la cuenca se han clasificado en cuatro (4) grados que van desde natural a muy severa, y se manifiestan principalmente en la zona media de la cuenca. La erosión muy severa, está principalmente en una franja central de la zona media de la cuenca por la margen derecha del río Yumbo desde la quebrada Santa Inés hasta el sector occidental de la cabecera municipal comprometiendo 585 ha y la erosión severa afecta a 2.306 ha que representan el 35,5% de la cuenca. La principal cobertura es el pasto natural, ocupando un área de 2.616 ha, lo que equivale al 39,2% del área de área total de la cuenca. Se ubica principalmente en la zona media y parte de la zona alta, en los corregimientos de Santa Inés, Yumbillo, Mulaló y la Buitrera. Le sigue en su orden el bosque natural, con un área de 1.059 ha, es decir el 15,90% del área total de la cuenca. Localizado en la parte alta de la cuenca, en sectores de los corregimientos Yumbillo y Santa Inés principalmente. El área ocupada por rastrojo es de 682 ha, 10,2% del área de la cuenca, se encuentra en los corregimientos de Yumbillo, Santa Inés, Mulaló, La Buitrera y Dapa (CVC, 2010).

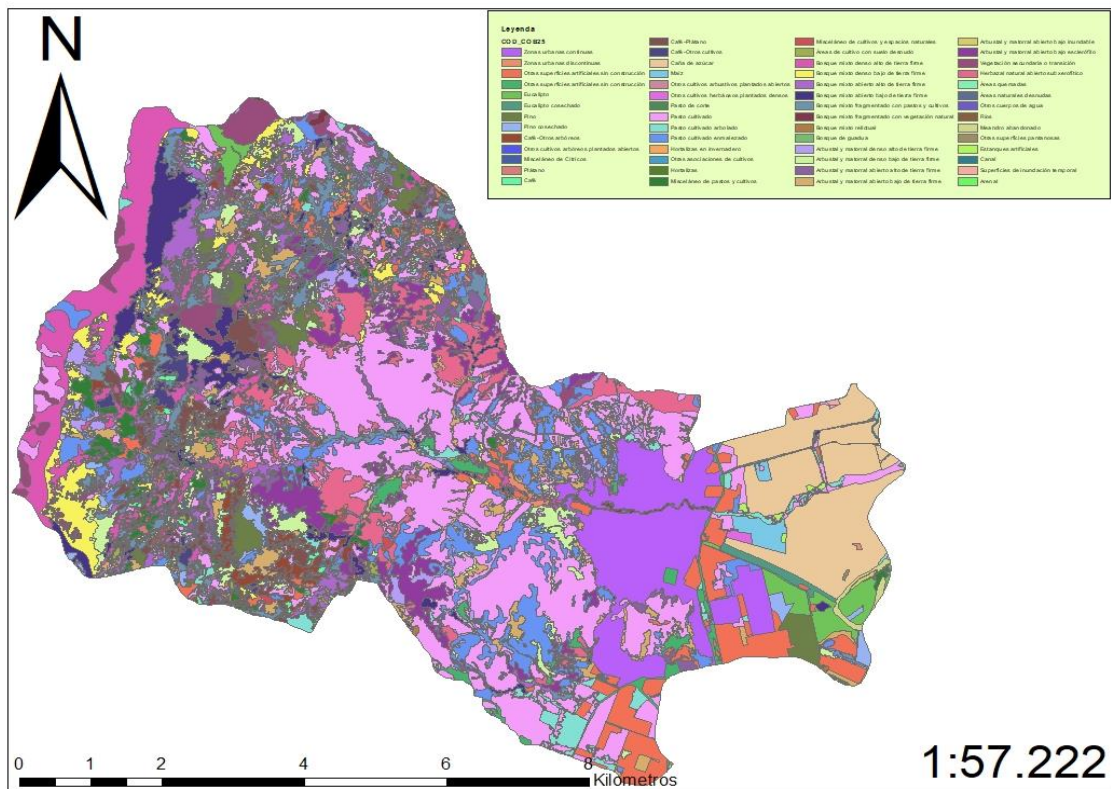
**Conflicto por el uso del suelo.** El 38,87% del área de la cuenca se encuentra afectada por conflicto alto por uso del suelo. Esta situación se evidencia fuertemente hacia la zona media de la cuenca, donde el suelo en su mayoría corresponde a tierras de recuperación y varios parches en tierras para protección, sin embargo, la cobertura existente es pasto natural, con escaso cubrimiento. Por otro lado, la cuenca presenta serias restricciones para el desarrollo agrícola, ya que solo el 7,38% del área total de la cuenca es apto para el desarrollo de cultivos (CVC, 2010).

**Coberturas.** De acuerdo con la información reportada por CVC (**Tabla 3**), las coberturas del suelo que predomina en la cuenca/municipio son los pastos cultivados con 1.438,69 ha (21,42% del área de la cuenca/municipio), zonas urbanas continuas 456,73 ha (6,80%), seguido de pasto cultivado enmalezado con 424,31 ha (6,32%); en cuanto a las coberturas agrícolas destacan caña de azúcar con 408,68 ha (6,09%), la asociación de cultivos café-plátano con 171,22 ha (2,55%), el cultivo asociado café y arbóreos con 89,57 ha (1,33%), y café y otros cultivos con 39,12 ha (0,58%). En la **Figura 3**, se presenta las coberturas en la cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo, se puede apreciar que predomina el cultivo de pasto, café y el policultivo café-plátano en la parte de piedemonte y de ladera, mientras que en la zona plana predominan los cultivos de caña de azúcar (CVC, 2015).

**Tabla 3.** Coberturas en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

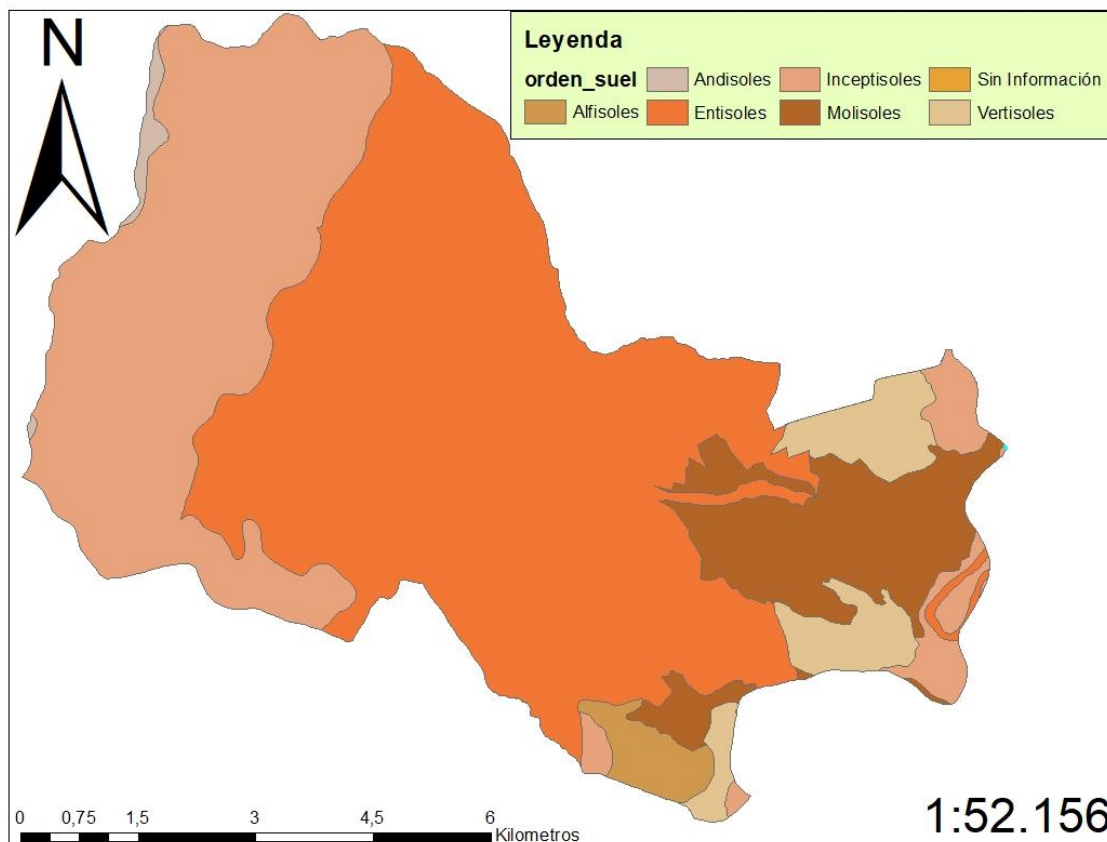
Nombre Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Pasto cultivado	1.438,69	21,42
Zonas urbanas continuas	456,73	6,80
Pasto cultivado enmalezado	424,31	6,32
Caña de azúcar	408,68	6,09
Bosque mixto denso alto de tierra firme	361,71	5,39
Otras superficies artificiales con construcción	342,73	5,10
Herbazal natural abierto subxerofítico	325,56	4,85
Bosque mixto fragmentado con pastos y cultivos	252,91	3,77
Arbustal y matorral abierto bajo esclerófilo	252,74	3,76
Bosque mixto abierto bajo de tierra firme	231,74	3,45
Arbustal y matorral abierto bajo de tierra firme	231,24	3,44
Bosque mixto abierto alto de tierra firme	198,60	2,96
Arbustal y matorral denso bajo de tierra firme	173,66	2,59
Café-Plátano	171,22	2,55
Bosque mixto denso bajo de tierra firme	161,13	2,40
Vegetación secundaria o transición	133,99	2,00
Pino	132,91	1,98
Arbustal y matorral abierto alto de tierra firme	123,04	1,83
Otras superficies artificiales sin construcción	106,92	1,59
Misceláneo de pastos y cultivos	105,77	1,58
Pasto cultivado arbolado	104,45	1,56
Arbustal y matorral denso alto de tierra firme	92,34	1,38
Café-Otros arbóreos	89,57	1,33
Eucalipto	87,62	1,30
Áreas naturales desnudas	54,68	0,81
Pino cosechado	43,98	0,65
Café-Otros cultivos	39,12	0,58
Maíz	30,18	0,45
Zonas urbanas discontinuas	26,19	0,39
Eucalipto cosechado	17,83	0,27
Áreas de cultivo con suelo desnudo	17,08	0,25
Meandro abandonado	12,80	0,19
Café	12,06	0,18
Bosque mixto fragmentado con vegetación natural	10,56	0,16
Misceláneo de cultivos y espacios naturales	7,70	0,11
Otros cultivos herbáceos plantados densos	6,95	0,10
Estanques artificiales	5,73	0,09
Otros cultivos arbustivos plantados abiertos	2,75	0,04
Arbustal y matorral abierto bajo inundable	2,55	0,04
Plátano	2,12	0,03
Hortalizas	1,94	0,03
Áreas quemadas	1,63	0,02
Bosque mixto relictual	1,62	0,02
Misceláneo de Cítricos	1,46	0,02
Superficies de inundación temporal	1,34	0,02

Nombre Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Canal	1,27	0,02
Bosque de guadua	1,18	0,02
Hortalizas en invernadero	0,96	0,01
Ríos	0,81	0,01
Pasto de corte	0,77	0,01
Otras superficies pantanosas	0,69	0,01
Arenal	0,22	0,00
Otros cuerpos de agua	0,22	0,00
Otras asociaciones de cultivos	0,19	0,00
Otros cultivos arbóreos plantados abiertos	0,19	0,00



**Ordenes de Suelo.** Como se observa en la **Figura 4**, los principales ordenes de suelo en la cuenca/municipio en la zona alta son: Andisoles e Inceptisoles, mientras que en el piedemonte y en la zona plana: Molisoles, Vertisoles y Alfisoles. En la **Tabla 4**, se presenta el área en hectareas que representa cada orden de suelos en la cuenca/municipio; los ordenes con mayor área en la cuenca/municipio son los Entisoles con 3.496, 50 ha (52,07% del total de la cuenca/municipio), seguido de los Inceptisoles con 2.049,37 ha (30,52% del total del área), Molisoles con 669,39 ha (9,97% del total del área) y Vertisoles 345,99 ha (5,15% del total del área).



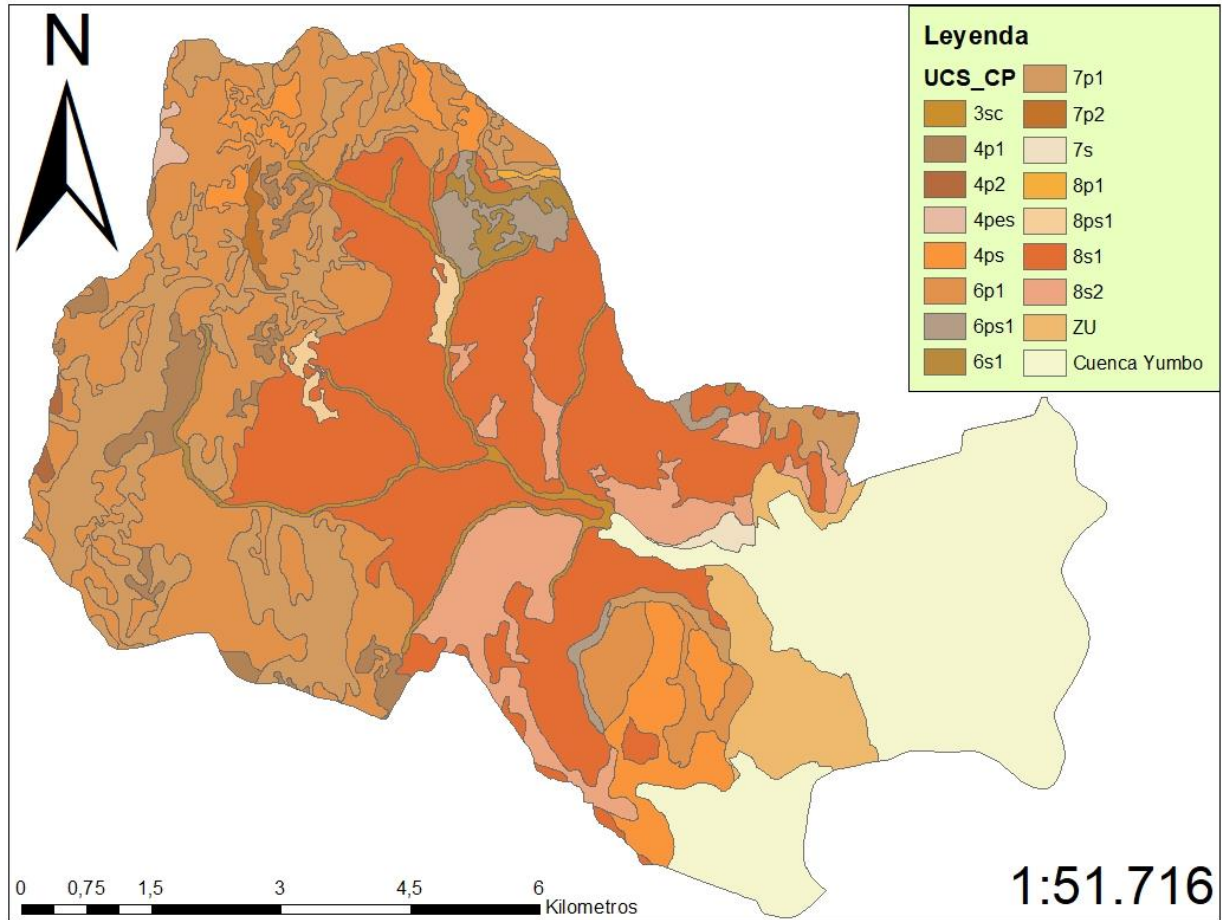


**Figura 4.** Ordenes de suelo presentes en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

**Tabla 4.** Ordenes de suelo en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

Orden del Suelo	Área (ha)	Área (%)
Entisoles	3496,50	52,07
Inceptisoles	2049,37	30,52
Molisoles	669,39	9,97
Vertisoles	345,99	5,15
Alfisoles	115,19	1,72
Andisoles	38,60	0,57
Sin Información	0,00	0,00

**Capacidad de Uso.** En la **Figura 5** se observa la capacidad de uso del suelo para la cuenca/municipio; las principales capacidad de uso de acuerdo con el área que representan en le cuenca/municipio son: 8s1 con 1.683,69 ha (representa el 31,74% del área de la cuenca/municipio), seguido del 6p1 con 1.341,02 ha (representa el 25,28% del área) y 7p1 con 779,36 ha (representa el 14,69%). En la **Tabla 5**, se presentan las principales limitaciones de cada una de las capacidades de uso relacionadas en la cuenca/municipio.



**Figura 5.** Capacidad de uso del suelo en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

**Tabla 5.** Capacidad de uso del suelo en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
8s1	1683,69	31,74	La principal limitante para el uso de estas tierras es la poca profundidad efectiva (superficial y muy superficial), baja fertilidad; en menor afectación en algunos sectores se presentan pendientes moderadamente escarpadas, susceptibilidad a movimientos en masa, inundaciones, encharcamientos y pedregosidad superficial. Las tierras presentes en esta subclase en los climas extremadamente frío, húmedo, muy húmedo y muy frío, muy húmedo se deben dedicar a la conservación y recuperación de los recursos naturales por su importancia como fuente muy importante de abastecimiento de recurso hídrico. En el clima cálido muy húmedo, estas tierras no tienen aptitud agropecuaria, se deben conservar como áreas de manejo especial para la protección de los manglares y demás especies forestales.

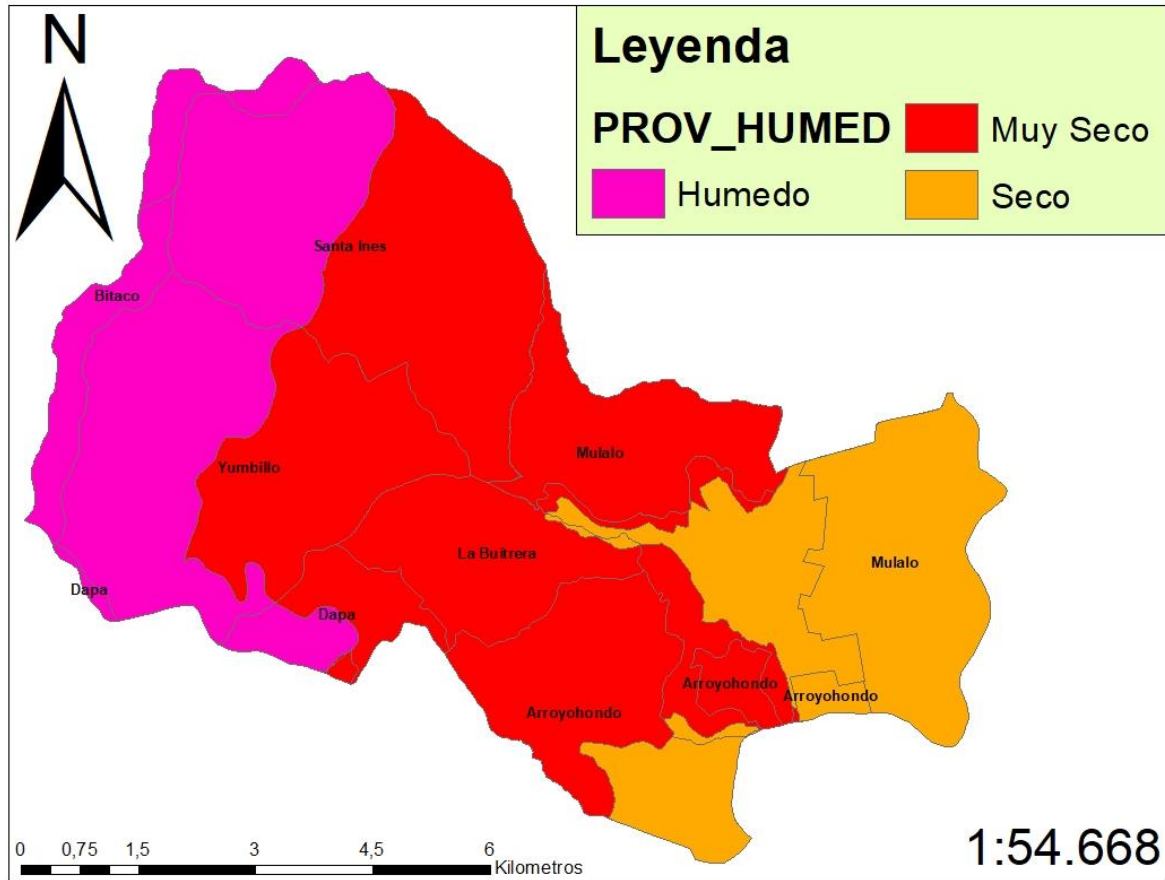
UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
6p1	1341,02	25,28	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y en menor grado pedregosidad superficial y susceptibilidad a los movimientos en masa. El uso recomendado para estas tierras es el establecimiento de sistemas que involucren el desarrollo asociado de actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes), forestales y ganaderas (semi-intensiva).
7p1	779,36	14,69	Las limitaciones y restricciones de uso de estas tierras se deben a las pendientes moderadamente escarpadas y en menor grado susceptibilidad a la erosión. El uso recomendado es la conservación y preservación de los recursos naturales con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por la erosión ligera e implementación de esquemas de protección de los recursos hídricos.
8s2	397,71	7,50	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial debido a la presencia de muy abundantes fragmentos de roca tipo cascajo, piedra y pedregón en el perfil en más del 90%, en menor grado de afectación las pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas, déficit de lluvias, presencia de erosión en grado moderado y severo, alta a muy alta saturación de aluminio y relación calcio/magnesio invertido en los primeros 50 cm. La mayoría de las tierras pertenecientes a esta unidad se encuentran en pastos naturales para ganadería extensiva, en menor proporción en rastrojos o con cultivos de subsistencia como plátano, maíz y frijol. Se requiere de un manejo adecuado para la recuperación y protección de los suelos erosionados estabilizando los procesos erosivos mediante la reforestación, la regeneración de la vegetación natural, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de los potreros, establecer barreras vivas y/o barreras muertas, mantener cobertura vegetal, realizar sistemas de terrazas para evitar la erosión y propiciar el desarrollo de las especies vegetales.
4ps	291,14	5,49	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas, relación calcio/magnesio invertida, profundidad efectiva superficial, presencia de fragmentos de roca en el suelo; en menor grado deficiencia de lluvias en un semestre y pedregosidad superficial y baja permeabilidad. Gran parte de las tierras se encuentran en pastos naturales para ganadería extensiva y otras en agricultura con cultivos de café, plátano, frutales y explotaciones forestales con pino y eucalipto. Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, sistemas agroforestales y plantaciones forestales. Se recomiendan prácticas de manejo como siembras en curvas a nivel, evitar la sobrecarga de ganado y el sobrepastoreo, mantener una buena cobertura vegetal, suministro

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			de riego complementario, aplicar abonos orgánicos, fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos según análisis de los suelos.
ZU	266,07	5,02	Zonas Urbanas.
4p1	156,33	2,95	La principal limitante que restringe el uso de los suelos corresponde a la pendiente fuertemente inclinada, que condiciona en gran parte las posibilidades de mecanización sobre estas tierras con tipos de cultivos limpios. De acuerdo a la limitación antes mencionada, la misma se puede calificar como fuerte, y restringe las posibilidades de utilización para una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semi-intensivo, mediante cultivos semipermanentes y permanentes intensivos y semi-intensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS), tales como plátano, aguacate y cítricos, como también en actividades agrosilvícolas (AGS) bajo cultivos semipermanentes y permanentes asociados con especies arbóreas, como café-guamo, plátano-guamo y cacao en condiciones húmedas. Todos ellos bajo el piso climático correspondiente, con un manejo agronómico basado en mínima labranza de los suelos y sembrados en curvas de nivel.
6ps1	104,40	1,97	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, alta saturación de aluminio, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, profundidad efectiva muy superficial y altos contenidos de sodio. Actualmente la mayor parte de estas tierras están utilizadas en bosques, uso forestal y ganadería; son aptas para cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles.
3sc	103,35	1,95	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las texturas finas y la deficiencia de lluvias durante un semestre, generando condiciones de estrés hídrico. Según las limitaciones antes mencionadas, las mismas se pueden calificar como moderadas y agrupan tierras con posibilidades de utilización para ganadería y una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semi-intensivo, mediante cultivos transitorios (CTI, CTS) de secano en condiciones húmedas, tales como el maíz y el frijol; como también de cultivos permanentes intensivos y semi-intensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS) como el aguacate y cítricos. Todos ellos bajo un manejo agronómico adecuado de suelos basado en prácticas de subsolado a fin de romper los horizontes compactados, así como el uso de enmiendas para reducir la acidez de los suelos.
6s1	70,74	1,33	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial y superficial, presencia de abundantes fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial. El uso recomendado corresponde a cultivos semi perennes o perennes, semi intensivos e intensivos; también se

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se evita el sobrepastoreo y se realiza buen manejo de los potreros. Las prácticas de conservación del recurso suelo deben ser mayores para evitar el aumento de la erosión ligera que se presenta en la unidad, en especial en los sectores con pendientes fuertemente inclinadas.
8ps1	39,52	0,74	De acuerdo con las limitaciones tan severas que presentan, las tierras de estas unidades no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, en consecuencia, deben dedicarse a la conservación y protección de los bosques y la reforestación con especies que se adapten a las diferentes condiciones climáticas
7s	21,13	0,40	Los usos recomendados para estas tierras corresponden a la implementación de cultivos agroforestales y planes forestales de protección y conservación de los recursos naturales existentes, en áreas erosionadas mantener el suelo con cobertura permanente e incentivar el ecoturismo dado la riqueza de paisaje de la región.
7p2	19,47	0,37	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado pedregosidad superficial en algunos sectores y erosión en grado moderado. El uso actual dominante es ganadería extensiva y agricultura. Estas tierras tienen aptitud para conservación de la vegetación natural y vida silvestre; requieren programas de reforestación en las áreas desprovistas de vegetación arbórea. Los usos recomendados son los sistemas forestales de protección en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de erosión, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
4pes	16,26	0,31	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las fuertes pendientes, los procesos erosivos en grado moderado y la poca profundidad efectiva debido a la presencia de horizontes compactados y fragmentos de roca. Actualmente la mayor parte de las tierras están utilizadas en ganadería extensiva y cultivos forestales. Son tierras aptas para cultivos transitorios y semipermanentes, pastos mejorados teniendo en cuenta rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, siembras en curvas a nivel, control de los procesos de erosión con reforestación, revegetalización, mantenimiento de la cobertura vegetal, evitar la sobrecarga de potreros, el sobrepastoreo y protección de los drenajes naturales. Aplicación de fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos.
4p2	9,29	0,18	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas y los procesos de remoción en masa. Según las limitaciones antes mencionadas, se pueden

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			calificar como fuertes, y restringen las posibilidades de utilización a una baja gama de cultivos, y de prácticas de mecanización, lo que las hace aptas para las actividades agrosilvícolas (AGS), con cultivos semipermanentes y permanentes asociados con especies arbóreas, como café-guamo o plátano-guamo, a fin de reducir los procesos de remoción en masa. Todos ellos condicionados a la aptitud de los cultivos por tipo de piso climático y el uso de mínima labranza en el manejo agronómico de los cultivos recomendados.
8p1	5,58	0,11	Estas tierras tienen limitaciones severas por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y afloramientos rocosos en sectores; en menor grado y no menos importantes lluvias excesivas y de gran intensidad, alta saturación de aluminio, fertilidad baja y en algunos suelos presencia de fragmentos de roca dentro del perfil que limitan la profundidad efectiva. Actualmente la mayoría de las tierras de esta subclase se encuentran en bosque primario y bosque intervenido, en menor proporción algunas áreas con pastos para ganadería extensiva. Se requiere conservar los bosques naturales con el fin de proteger los suelos, el agua, la fauna y la vida silvestre. Se recomienda proteger las áreas con susceptibilidad a erosión, permitiendo la regeneración de la vegetación intervenida, manteniendo la cobertura, construyendo acequias para el manejo adecuado de las aguas de escorrentía y evitando la tala indiscriminada de los bosques.

**Provincias de Humedad.** Por otro lado, en la **Figura 6** se observa la provincia de humedad para la cuenca/municipio, se resalta que en la zona alta y de ladera presenta una zona humedad, mientras que en la zona de piedemonte y plana es muy seca y seca, respectivamente; en la **Tabla 6** se observa que la provincia de humedad con mayor área en la cuenca/municipio es la denominada muy seca con 3.413,21 ha (representa el 50,83% del total del área), y predomina en el total del corregimiento La Buitrera, y en gran parte de Yumbillo, Santa Inés, Mulaló y Arroyohondo.



**Figura 6.** Provincias de humedad en el cruce/municipio Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

**Tabla 6.** Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

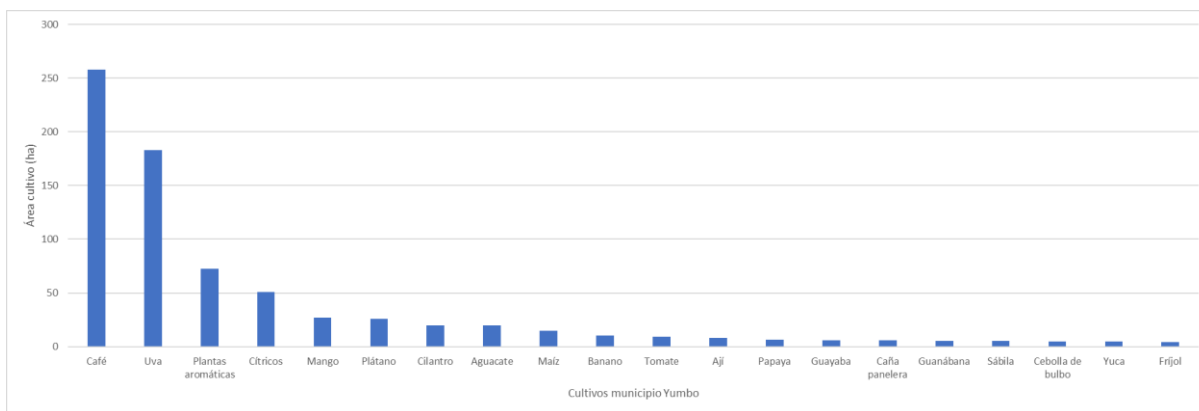
Provincia de Humedad	Área (ha)	Área (%)
Muy Seco	3413,21	50,83
Húmedo	1891,86	28,17
Seco	1409,98	21,00

**Cultivos principales.** En la **Tabla 7** se presentan los cultivos y el área sembrada, ordenados de mayor a menor, durante el año 2020 en el municipio de Yumbo, además, área cosechada, producción y rendimiento.

**Tabla 7.** Información de cultivos sembrados en el municipio de Yumbo durante el 2020. Fuente: (UMATA-Yumbo, 2020).

Cultivo	Año	Área Sembrada (ha)	Área Cosechada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Caña azucarera	2020	2228	2228	29409,6	13,2
Café	2020	258	225	255	1,13
Uva	2020	182,7	149	1788	12
Plantas aromáticas	2020	72,6	72,6	435,6	6
Cítricos	2020	51,02	43,52	645,3	14,83
Mango	2020	27,1	26,7	347,1	13
Plátano	2020	25,8	13	207	15,92
Cilantro	2020	20	20	160	8
Aguacate	2020	19,95	17,95	215,4	12
Maíz	2020	15	15	41,87	2,79
Banano	2020	10,14	9,64	96,4	10
Tomate	2020	9	9	270	30
Ají	2020	8	5	75	15
Papaya	2020	6,7	5,6	233,5	41,7
Guayaba	2020	5,8	5,8	23,2	4
Caña panelera	2020	5,7	5,2	18,2	3,5
Guanábana	2020	5,24	4,54	68,1	15
Sábila	2020	5,2	4,1	82	20
Cebolla de bulbo	2020	5	5	175	35
Yuca	2020	4,6	4	80	20

Los cultivos con mayor área sembrada en el municipio de Yumbo durante el 2020 fueron: caña azucarera (2.228 ha), café (258 ha), uva (182,7 ha), aromáticas (72,6 ha), cítricos (51,02 ha) y mango (27,1 ha) (**Figura 7**).



**Figura 7.** Área en hectáreas de cultivos sembrados en el municipio de Yumbo durante el 2020. Fuente: (UMATA-Yumbo, 2020).

Otros cultivos importantes y que, a causa de la alta escala representada por los cultivos previamente mencionados, no se logran observar, son: plátano (25,8 ha), cilantro (20 ha), aguacate (19,95 ha), maíz (15 ha) y banano (10,14 ha).



### 4.3 CUENCA TULUÁ /MUNICIPIO TULUÁ

**Localización.** La cuenca del río Tuluá se encuentra ubicada en el centro del Departamento del Valle del Cauca, al occidente de la Cordillera Central y a la margen derecha del río Cauca, exactamente entre las coordenadas geográficas 902.500 – 954.700 norte y 1.091.600 – 1.138.600 este. El área total se estima en 91.485 hectáreas; abarca parte de los municipios de Tuluá, Buga, San Pedro, Ginebra y El Cerrito (CVC, 2011).

**Precipitación.** La zona productora de la cuenca del río Tuluá presenta un régimen pluviométrico bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses marzo-abril-mayo y octubre-noviembre-diciembre; y dos periodos menos lluviosos en los meses enero-febrero y junio julio-agosto-septiembre. El valor más bajo de precipitación media se presenta en el mes de agosto, mientras que el valor máximo se registra en noviembre. La zona consumidora de la cuenca del río Tuluá presenta un régimen pluviométrico bimodal, con dos periodos húmedos que se presentan en los meses marzo-abril-mayo y septiembre-octubre-noviembre-diciembre; y dos periodos menos lluviosos en los meses enero-febrero y junio-julio-agosto. El valor más bajo de precipitación media se presenta en el mes de julio, mientras que el valor máximo se registra en abril (CVC, 2011).

**Evaporación.** La evaporación media multianual en la parte alta de la cuenca tiene un rango aproximado de 1.047 a 1.104 mm/año lo que corresponde a un promedio mensual aproximado de 87 a 92 mm/mes; hacia la parte plana de la cuenca la evaporación es de 1.302 mm/año con un promedio mensual aproximado de 109 mm/mes; se mantiene la relación a menor altura es mayor la evaporación (CVC, 2011).

**Temperatura.** Se presenta la distribución espacial de la temperatura media en la cuenca, en la cual se observa que la temperatura media en la zona plana corresponde a 24°C, en la zona media la temperatura oscila desde los 17°C en el interior del cañón de Jicaramata, hasta los 7°C ascendiendo por las montañas ubicadas a lado y lado de este cañón; y en la parte alta se encuentran temperaturas hasta de 5°C correspondiendo a la zona de páramo del Parque Nacional Natural Las Hermosas (CVC, 2011).

**Pendiente.** Más del 80% del área de la cuenca corresponde a relieve que va de quebrado a escarpado, con pendientes que fluctúan entre 12, 25 y 50% y aún mayores. Estas condiciones naturales, entre otras, determinan la vocación forestal del territorio, pero a la vez se convierten en una limitante para el desarrollo de actividades productivas como agricultura y ganadería (CVC, 2011).

**Conflicto por el uso del suelo.** Teniendo en cuenta el área que debería corresponder a suelos forestales según los datos de uso potencial, y sumado a los suelos que se encuentran dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales, aproximadamente el 50% del área de la cuenca debería ser eminentemente de protección. La actividad productiva predominante es la ganadería extensiva distribuida en el 45% del área del territorio, incluso en zonas con vegetación de páramo. Esta actividad es uno de los procesos que ocasiona mayor conflicto por uso del suelo y no solo por desarrollarse en un suelo no apto para ello, sino por la forma en que se realiza. El uso agrícola está representado en un 12,1% del total del área para el desarrollo de cultivos como café, cacao, aguacate, maíz, sorgo, soya, cultivos asociados como banano, yuca, frijol, hortalizas, tomate, árboles frutales y caña de azúcar, los cuales según la vocación del suelo deberían implementar con serias restricciones de uso y manejo

dada la susceptibilidad a la erosión o erosión presente, el exceso de humedad dentro del perfil, los encharcamientos e inundaciones y los inconvenientes físicos o químicos para el normal desarrollo de las raíces de las plantas. El conflicto por uso del suelo a causa de la actividad agrícola se da en menor proporción comparado con el causado por la ganadería extensiva. Se da tanto por el uso inadecuado como por el manejo inadecuado de prácticas culturales sobre los cultivos establecidos, provocando desequilibrios principalmente en la estructura física del suelo. Estas prácticas inadecuadas son las causantes del deterioro e inestabilidad del recurso suelo y tienen que ver básicamente con la expansión de la frontera agrícola y ganadera, los sistemas de riego inadecuado, uso excesivo de agroquímicos para la siembra y el manejo de los cultivos, ganadería extensiva en zonas de ladera, la deforestación de tierras forestales y los procesos de alta mecanización como el arado, nivelación y subsolado específicamente en el cultivo de caña de azúcar (CVC, 2011).

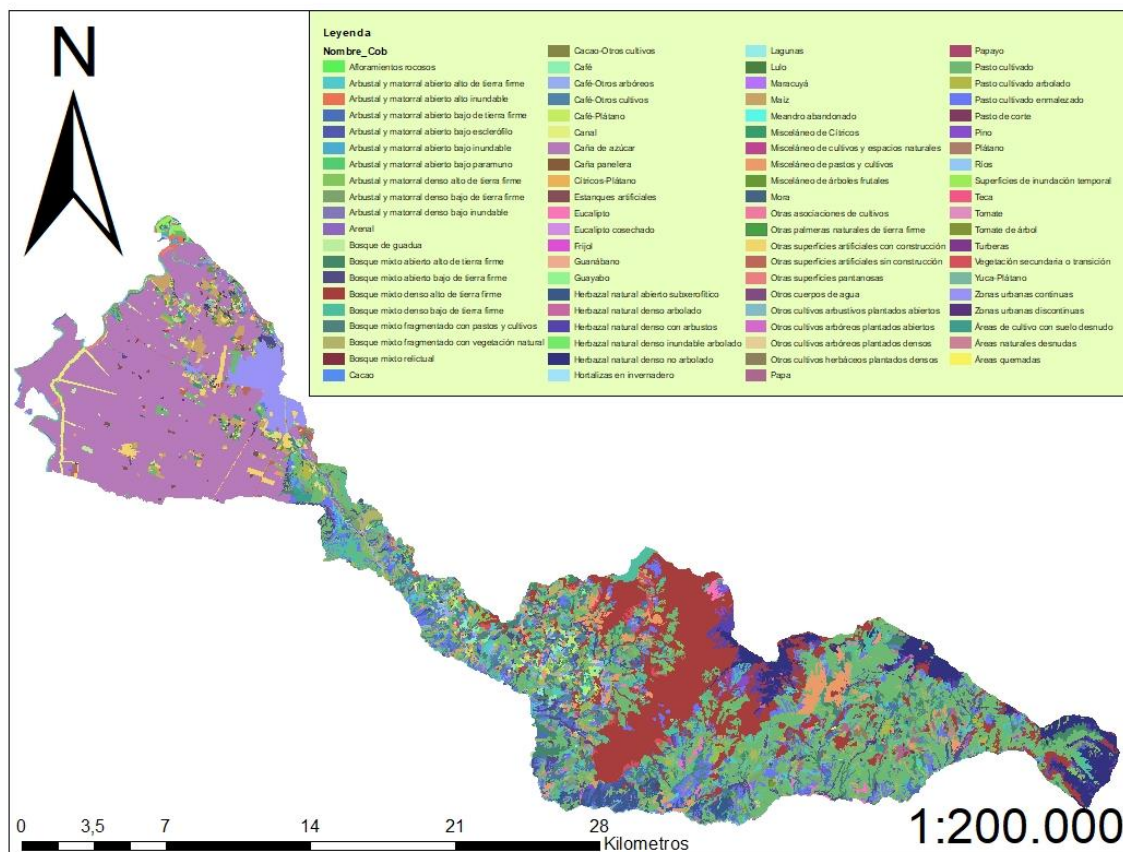
El 37,8% del área de la cuenca presenta conflicto alto por uso del suelo. En algunos predios aún siembran a favor de la pendiente en suelo desnudo, además se realiza quema para limpiar el suelo, obedeciendo a prácticas culturales tradicionales que impactan negativamente el ambiente. Otra causa de conflicto por el uso del suelo se presenta por la ocupación de áreas de protección de causas y vías, en actividades como vivienda, agricultura, ganadería y recreación, disposición final de residuos sólidos y escombros, entre otras. Los efectos o consecuencias sobre el recurso suelo por las actividades que se desarrollan son aceleración de la salinización, desestabilización de los suelos, pérdida de la productividad y erosión, aunque esta última puede ser estimulada por causas naturales (agua y viento), las prácticas culturales desarrolladas en las actividades productivas tienden a ser agresivas, causando pérdida de la capa orgánica del suelo (CVC, 2011).

**Coberturas.** De acuerdo con la información reportada por CVC (**Tabla 8**), las coberturas del suelo que predomina en la cuenca/municipio son: caña de azúcar con 8.607,48 ha (22,79% del área de la cuenca/municipio), pastos cultivados con 1.438,69 ha (19,94%), bosque mixto denso alto de tierra firme con 5.217,23 ha (13,81%), seguido de pasto cultivado enmalezado con 1.732,75 ha (0,71%) y herbazal natural denso no arbolado con 1.326,30 ha (3,51%); en cuanto a las coberturas agrícolas, después de la caña de azúcar, destacan maíz con 267,19 ha (6,09%), café (café, café-Otros cultivos, café-otros arbóreos y café-plátano) con 668,39 ha (1,77%), papa con 121,79 ha (0,32%), tomate de árbol con 30,67 ha (0,08%), y cacao-otros cultivos con 9,91 ha (0,03%). En la **Figura 8**, se presenta las coberturas en la cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá, se puede apreciar que predomina el cultivo de café, papa y tomate de árbol en la parte de piedemonte y de ladera, mientras que en la zona plana predominan los cultivos de caña de azúcar, maíz y cacao (CVC, 2015).

**Tabla 8.** Coberturas en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).

Nombre Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Caña de azúcar	8607,48	22,79
Pasto cultivado	7152,45	18,94
Bosque mixto denso alto de tierra firme	5217,23	13,81
Pasto cultivado enmalezado	1732,75	4,59
Herbazal natural denso no arbolado	1326,30	3,51
Arbustal y matorral abierto bajo de tierra firme	1043,32	2,76
Misceláneo de pastos y cultivos	984,94	2,61
Bosque mixto abierto alto de tierra firme	910,82	2,41
Bosque mixto abierto bajo de tierra firme	798,55	2,11
Arbustal y matorral denso bajo de tierra firme	773,31	2,05
Zonas urbanas continuas	768,45	2,03
Bosque mixto denso bajo de tierra firme	736,50	1,95
Arbustal y matorral abierto alto de tierra firme	735,01	1,95
Bosque mixto fragmentado con vegetación natural	701,41	1,86
Bosque mixto fragmentado con pastos y cultivos	568,23	1,50
Pasto cultivado arbolado	485,10	1,28
Otras superficies artificiales con construcción	400,73	1,06
Herbazal natural abierto subxerofítico	373,70	0,99
Arbustal y matorral denso alto de tierra firme	361,91	0,96
Herbazal natural denso con arbustos	357,23	0,95
Áreas de cultivo con suelo desnudo	348,33	0,92
Maíz	267,19	0,71
Vegetación secundaria o transición	229,63	0,61
Ríos	202,45	0,54
Café	180,16	0,48
Café-Otros cultivos	178,16	0,47
Café-Otros arbóreos	172,57	0,46
Canal	155,04	0,41
Eucalipto	153,25	0,41
Café-Plátano	137,50	0,36
Pino	126,41	0,33
Bosque de guadua	125,14	0,33
Papa	121,79	0,32
Otras superficies artificiales sin construcción	115,95	0,31
Arbustal y matorral abierto bajo esclerófilo	109,51	0,29
Áreas naturales desnudas	103,76	0,27
Zonas urbanas discontinuas	103,62	0,27
Otros cultivos herbáceos plantados densos	98,58	0,26
Otros cultivos arbustivos plantados abiertos	96,56	0,26
Misceláneo de árboles frutales	89,58	0,24
Estanques artificiales	68,83	0,18
Arenal	56,11	0,15
Superficies de inundación temporal	53,21	0,14
Bosque mixto relictual	48,82	0,13

Nombre Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Arbustal y matorral abierto alto inundable	40,88	0,11
Arbustal y matorral denso bajo inundable	36,13	0,10
Misceláneo de Cítricos	32,71	0,09
Herbazal natural denso arbolado	31,89	0,08
Tomate de árbol	30,67	0,08
Otras superficies pantanosas	29,90	0,08
Misceláneo de cultivos y espacios naturales	22,60	0,06
Arbustal y matorral abierto bajo inundable	21,85	0,06
Afloramientos rocosos	16,86	0,04
Otras palmeras naturales de tierra firme	14,75	0,04
Áreas quemadas	14,40	0,04
Cacao-Otros cultivos	9,91	0,03
Otros cultivos arbóreos plantados densos	8,27	0,02
Maracuyá	8,11	0,02
Guayabo	8,06	0,02
Meandro abandonado	7,51	0,02
Otros cultivos arbóreos plantados abiertos	6,49	0,02
Arbustal y matorral abierto bajo paramuno	5,99	0,02
Cacao	5,79	0,02
Frijol	4,79	0,01
Tomate	3,95	0,01
Turberas	3,58	0,01
Guanábano	3,53	0,01
Lulo	3,05	0,01
Caña panelera	2,90	0,01
Cítricos-Plátano	2,88	0,01
Otras asociaciones de cultivos	2,56	0,01
Papayo	2,12	0,01
Otros cuerpos de agua	1,77	0,00
Mora	1,55	0,00
Eucalipto cosechado	1,54	0,00
Plátano	1,43	0,00
Pasto de corte	1,30	0,00
Lagunas	1,00	0,00
Herbazal natural denso inundable arbolado	0,87	0,00
Hortalizas en invernadero	0,68	0,00
Teca	0,42	0,00
Yuca-Plátano	0,19	0,00

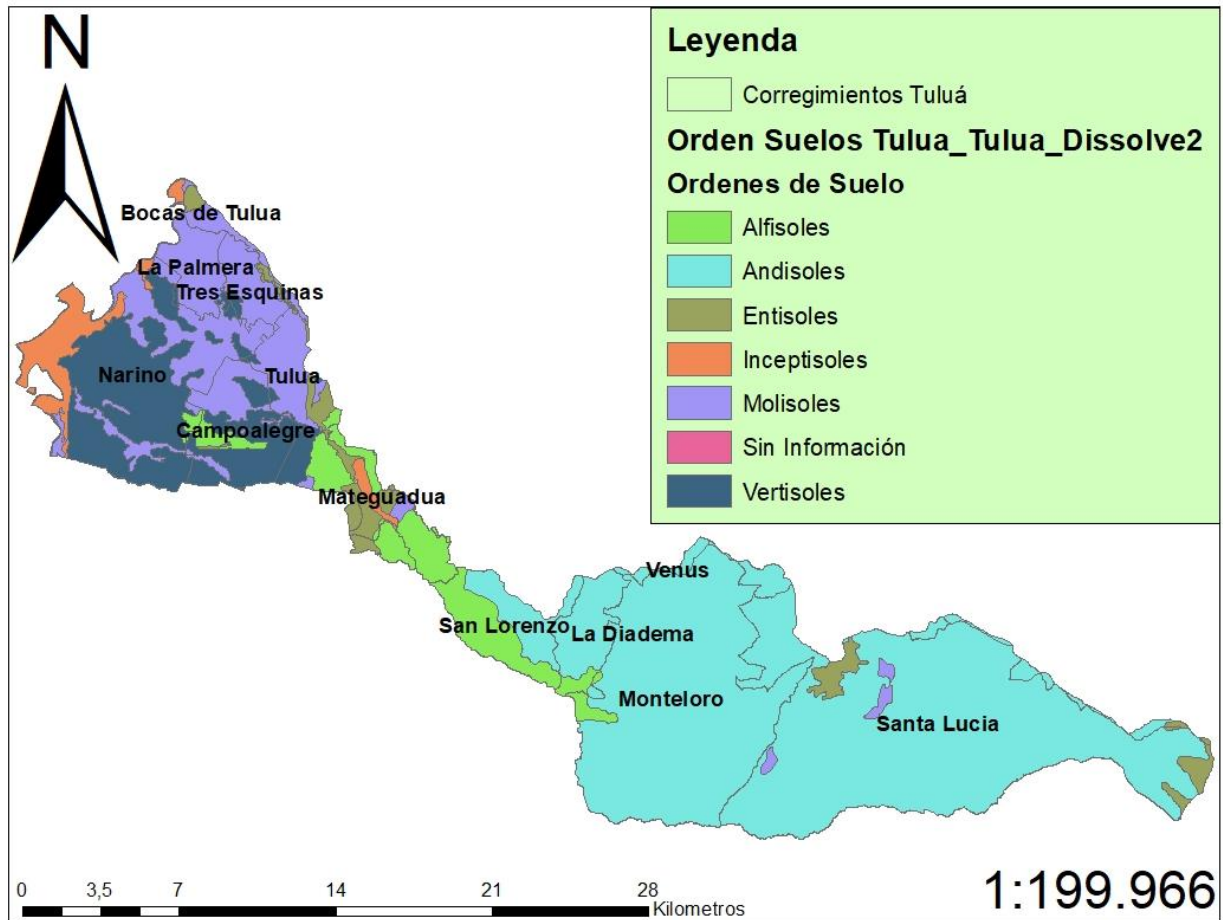


**Figura 8.** Coberturas presentes en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).

**Ordenes de Suelo.** Como se puede observar en la **Figura 9**, los principales ordenes de suelo en la cuenca/municipio en la zona alta son: Andisoles y Alfisoles, mientras que en el piedemonte y en la zona plana: Vertisoles, Molisoles y Alfisoles. En la **Tabla 9**, se presenta el área en hectareas que representa cada orden de suelos en la cuenca/municipio; los ordenes con mayor área en la cuenca/municipio son los Andisoles con 22.070,18 ha (58,43% del área total de la cuenca/municipio), seguido de los Molisoles con 5.251,38 ha (13,90% del total del área), Vertisoles con 5.041,32 ha (13,35% del total del área) y Alfisoles 2.752,21 ha (7,29% del total del área).

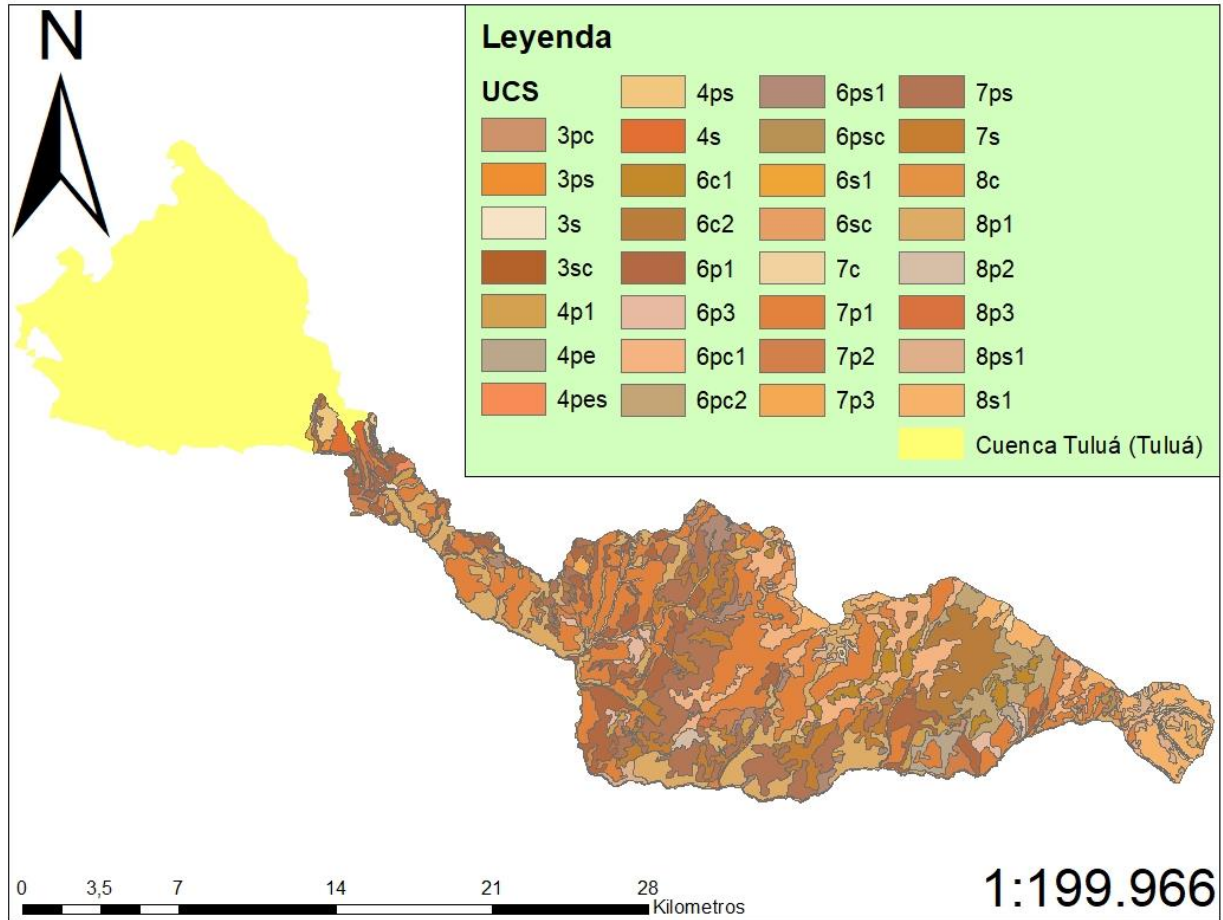
**Tabla 9.** Ordenes de suelo en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

Orden Suelo	Área (ha)	Área (%)
Andisoles	22070,18	58,43
Molisoles	5251,38	13,90
Vertisoles	5041,32	13,35
Alfisoles	2752,21	7,29
Entisoles	1378,35	3,65
Inceptisoles	1196,65	3,17
Sin Información	80,35	0,21



**Figura 9.** Ordenes de suelo presentes en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).

**Capacidad de Uso.** En la **Figura 10** se observa la capacidad de uso del suelo para la cuenca/municipio; las principales de acuerdo con el área que representan en la cuenca/municipio son: 7p1 con 8.555,35 ha (representa el 8,03% del área de la cuenca/municipio), seguido de 8p1 con 3.031,78 ha (representa el 25,28% del área) y 7ps con 2.564,84ha (representa el 6,79%). En el 31,80% del área (12.012,88 ha), no se presenta información, esta área corresponde a la zona plana. En la **Tabla 10**, se presentan las principales limitaciones de cada una de las capacidades de uso relacionadas en la cuenca/municipio.



**Figura 10.** Capacidad de uso del suelo en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).

**Tabla 10.** Capacidad de uso del suelo en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
Sin Información	12012,88	31,80	Zona plana, no hay información
7p1	6555,35	17,36	Las limitaciones y restricciones de uso de estas tierras se deben a las pendientes moderadamente escarpadas y en menor grado susceptibilidad a la erosión. El uso recomendado es la conservación y preservación de los recursos naturales con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por la erosión ligera e implementación de esquemas de protección de los recursos hídricos.
8p1	3031,78	8,03	Estas tierras tienen limitaciones severas por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y afloramientos rocosos en

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			sectores; en menor grado y no menos importantes lluvias excesivas y de gran intensidad, alta saturación de aluminio, fertilidad baja y en algunos suelos presencia de fragmentos de roca dentro del perfil que limitan la profundidad efectiva. Actualmente la mayoría de las tierras de esta subclase se encuentran en bosque primario y bosque intervenido, en menor proporción algunas áreas con pastos para ganadería extensiva. Se requiere conservar los bosques naturales con el fin de proteger los suelos, el agua, la fauna y la vida silvestre. Se recomienda proteger las áreas con susceptibilidad a erosión, permitiendo la regeneración de la vegetación intervenida, manteniendo la cobertura, construyendo acequias para el manejo adecuado de las aguas de escorrentía y evitando la tala indiscriminada de los bosques.
7ps	2564,84	6,79	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son la pendiente moderadamente escarpada, abundantes fragmentos de roca en el perfil y en superficie, profundidad efectiva muy superficial y superficial, que limitan el desarrollo y la adaptabilidad de los diferentes cultivos. El uso actual dominante es ganadería extensiva y agricultura en algunos sectores. Estas tierras no son aptas para actividad agropecuaria. Su uso se limita principalmente a bosques de protección o de protección-producción, y conservación de la vegetación herbácea, arbustiva o arbórea y a la vida silvestre. En los esquemas de manejo se deben realizar prácticas para evitar la erosión debido a su susceptibilidad a este proceso de deterioro; la ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por estas tierras.
6p1	2201,68	5,83	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y en menor grado pedregosidad superficial y susceptibilidad a los movimientos en masa. El uso recomendado para estas tierras es el establecimiento de sistemas que involucren el desarrollo asociado de actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes), forestales y ganaderas (semi-intensiva).
6pc1	2001,73	5,30	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y el clima (bajas temperaturas y déficit de lluvias) y en menor grado la susceptibilidad a procesos de erosión. Actualmente estas tierras están utilizadas en conservación, ganadería extensiva, agricultura y rastrojos; son aptas para cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles adaptadas al clima cálido muy seco o con sistemas de riego en la temporada seca.



UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
8s1	1875,92	4,97	La principal limitante para el uso de estas tierras es la poca profundidad efectiva (superficial y muy superficial), baja fertilidad; en menor afectación en algunos sectores se presentan pendientes moderadamente escarpadas, susceptibilidad a movimientos en masa, inundaciones, encharcamientos y pedregosidad superficial. Las tierras presentes en esta subclase en los climas extremadamente frío, húmedo y muy húmedo y muy frío, muy humedo se deben dedicar a la conservación y recuperación de los recursos naturales por su importancia como fuente muy importante de abastecimiento de recurso hídrico. En el clima cálido muy húmedo, estas tierras no tienen aptitud agropecuaria, se deben conservar como áreas de manejo especial para la protección de los manglares y demás especies forestales.
7s	1547,59	4,10	Los usos recomendados para estas tierras corresponden a la implementación de cultivos agroforestales y planes forestales de protección y conservación de los recursos naturales existentes, en áreas erosionadas mantener el suelo con cobertura permanente e incentivar el ecoturismo dado la riqueza de paisaje de la región.
6c2	1092,03	2,89	La limitación específica de las tierras de esta subclase es el clima muy frío muy húmedo donde predominan las temperaturas muy bajas, con menor severidad y no menos importantes las pendientes fuertemente inclinadas y la susceptibilidad a los movimientos en masa. Actualmente estas tierras están dedicadas a ganadería extensiva con pastos naturales y pequeñas áreas con cultivos de pancoger. El uso recomendado es la conservación y preservación de los recursos naturales; se pueden desarrollar programas de reforestación con prácticas de conservación del recurso suelo para evitar el aumento de los movimientos en masa presentes en la unidad.
6pc2	900,55	2,38	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y las altas precipitaciones y bajas temperaturas, en menor grado y no menos importante la susceptibilidad a movimientos en masa. Actualmente estas tierras están utilizadas en agricultura con cultivos de papa y ganadería de tipo semi-intensiva y extensiva; son aptas para cultivos forestales y agroforestales que eviten los movimientos en masa. El inadecuado uso y manejo de estas tierras ha inducido el deterioro de los suelos manifestado en los actuales procesos de remoción en masa. Se sugiere permitir la regeneración de la vegetación natural, recuperar las áreas afectadas por los movimientos en masa

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			mediante reforestación y conservación de la cobertura vegetal.
6c1	638,94	1,69	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las condiciones climáticas tales como temperaturas bajas con excesos de lluvias durante los dos semestres y temperaturas altas con déficit de lluvias; en menor grado las pendientes fuertemente inclinadas y erosión en grado moderado. Gran parte de las tierras se encuentran en agricultura y pastos naturales para ganadería extensiva, y otras en conservación. Los usos recomendados son proyectos agroforestales de protección-producción adaptados al clima, sistemas silvopastoriles evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga en los potreros.
6ps1	516,22	1,37	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, alta saturación de aluminio, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, profundidad efectiva muy superficial y altos contenidos de sodio. Actualmente la mayor parte de estas tierras están utilizadas en bosques, uso forestal y ganadería; son aptas para cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles.
4p1	409,82	1,09	La principal limitante que restringe el uso de los suelos corresponde a la pendiente fuertemente inclinada, que condiciona en gran parte las posibilidades de mecanización sobre estas tierras con tipos de cultivos limpios. De acuerdo a la limitación antes mencionada, la misma se puede calificar como fuerte, y restringe las posibilidades de utilización para una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semintensivo, mediante cultivos semipermanentes y permanentes intensivos y semintensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS), tales como plátano, aguacate y cítricos, como también en actividades agrosilvícolas (AGS) bajo cultivos semipermanentes y permanentes asociados con especies arbóreas, como café-guamo, plátano-guamo y cacao en condiciones húmedas. Todos ellos bajo el piso climático correspondiente, con un manejo agronómico basado en mínima labranza de los suelos y sembrados en curvas de nivel.
7p2	395,74	1,05	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado pedregosidad superficial en algunos sectores y erosión en grado moderado. El uso actual dominante es ganadería extensiva (Figura 6.37) y agricultura. Estas tierras tienen aptitud para conservación de la vegetación natural y

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			vida silvestre; requieren programas de reforestación en las áreas desprovistas de vegetación arbórea. Los usos recomendados son los sistemas forestales de protección en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de erosión, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
8ps1	358,13	0,95	De acuerdo con las limitaciones tan severas que presentan, las tierras de estas unidades, no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, en consecuencia, deben dedicarse a la conservación y protección de los bosques y la reforestación con especies que se adapten a las diferentes condiciones climáticas
6p3	318,50	0,84	Las tierras de ésta subclase presentan limitaciones muy severas para uso agropecuario debido a las pendientes ligeramente escarpadas y a la afectación por erosión en grado moderado, lo que limita el desarrollo de los cultivos y las actividades ganaderas. El uso recomendado para estas tierras es la implementación de un sistema silvopastoril con el establecimiento integrado de bosques y pastos, ganadería semi-intensiva. Se recomienda rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, reforestación y revegetalización de las zonas erodadas y protección de los drenajes naturales.
4pe	254,73	0,67	Los factores determinantes para ubicar las tierras en esta subclase limitando su uso y manejo fueron las pendientes fuertemente inclinadas y la erosión en grado moderado. En la actualidad estas tierras son utilizadas en pastos naturales para ganadería extensiva, algunas zonas por agricultura con cultivo de café y plátano con guamo como sombrío y otras en conservación. Estas tierras tienen aptitud para sistemas silvopastoriles: ganadería con pastos mejorados y plantaciones forestales, programas de fertilización, rotación de potreros, uso de variedades mejoradas de pasto, cercas vivas, protección de los drenajes naturales, recuperación de las zonas afectadas por erosión.
7c	215,54	0,57	Las tierras de este grupo de capacidad tienen severas limitaciones para uso agropecuario, debido a condiciones climáticas de temperaturas muy bajas, exceso de lluvias y heladas frecuentes, que limitan el desarrollo de actividades agropecuarias. Los usos recomendados para estas tierras son de conservación e implementación de programas de recuperación de los recursos naturales por medio de sistemas forestales protectores para el mantenimiento y

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			desarrollo de la vegetación nativa con el fin evitar la degradación de los suelos.
6s1	168,96	0,45	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial y superficial, presencia de abundantes fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial. El uso recomendado corresponde a cultivos semi perennes o perennes, semi intensivos e intensivos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se evita el sobrepastoreo y se realiza buen manejo de los potreros. Las prácticas de conservación del recurso suelo deben ser mayores para evitar el aumento de la erosión ligera que se presenta en la unidad, en especial en los sectores con pendientes fuertemente inclinadas.
4s	162,03	0,43	Los principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la presencia de horizontes argílicos, altos contenidos de arcilla, pedregosidad dentro del perfil y profundidad efectiva superficial, y en menor grado deficiencia de lluvias en un semestre. Éstas tierras son aptas para cultivos anuales o de rotación, bianuales y perennes (algodón, caña de azúcar, café, soya, maní, tomate, pepino cohombro, ají, berenjena, cacao, arroz, plátano, banano, frutales, cítricos), así como para ganadería semi-intensiva con pastos de corte, para bancos de proteína y forrajes (elefante, king grass, leucaena, sarandaja, kikuyo, estrella africana, pangola, puntero, micay, caña forrajera) y para sistemas agroforestales (cedro, dormilón, balso, arrayán, aro, eucalipto, guásimo, gualanday, guamo, guayacán, matarratón) que requieren prácticas de manejo con el fin de disminuir y/o controlar la erosión y los movimientos en masa.
4ps	159,67	0,42	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas, relación calcio/magnesio invertida, profundidad efectiva superficial, presencia de fragmentos de roca en el suelo; en menor grado deficiencia de lluvias en un semestre y pedregosidad superficial y baja permeabilidad. Gran parte de las tierras se encuentran en pastos naturales para ganadería extensiva y otras en agricultura con cultivos de café, plátano, frutales y explotaciones forestales con pino y eucalipto. Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, sistemas agroforestales y plantaciones forestales. Se recomiendan prácticas de manejo como siembras en curvas a nivel, evitar la sobrecarga de ganado y el sobrepastoreo, mantener una buena cobertura vegetal, suministro de riego complementario, aplicar abonos orgánicos, fertilizantes y

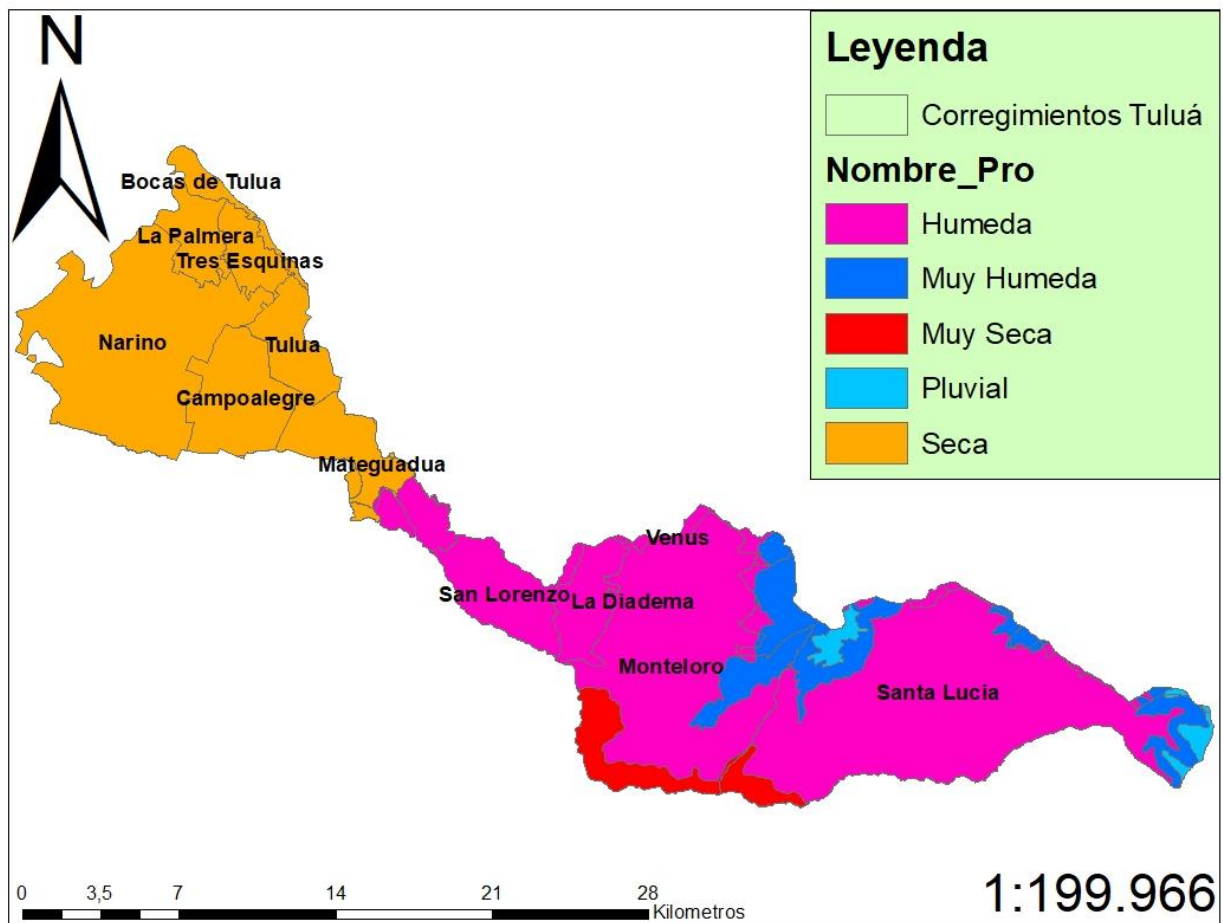
UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			enmiendas (cal) de acuerdo a los requerimientos de los cultivos y pastos según análisis de los suelos.
8p2	75,98	0,20	De acuerdo con las limitaciones tan severas que presentan, las tierras de estas unidades, no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, en consecuencia, deben dedicarse a la conservación y protección de los bosques y la reforestación con especies que se adapten a las diferentes condiciones climáticas.
3s	67,04	0,18	Los factores determinantes en su limitación para el uso y manejo de los suelos son la profundidad efectiva moderada limitada por fragmentos de roca o incremento de arcillas y fertilidad muy baja en algunos sectores. Actualmente estas tierras están en ganadería extensiva; pequeñas áreas se encuentran con cultivos de subsistencia y plantaciones comerciales de eucalipto. Esta unidad tiene aptitud para cultivos transitorios y semipermanentes, ganadería semi-intensiva. Se recomienda manejo de pastos de corte y pastos introducidos, cercas con leguminosas para ramoneo que complementen la dieta de los semovientes, realizar prácticas de conservación de suelos como renovación de praderas, siembras en fajas con pastos de corte, aplicación de fertilizantes utilizando buenas prácticas agrícolas, labranza mínima y adecuado manejo de pastos y ganado para evitar sobre pastoreo. En zonas donde se presenten procesos erosivos realizar prácticas de conservación y restauración de suelos como rotación de cultivos, siembras en contorno, en fajas o través de la pendiente.
7p3	45,55	0,12	Las tierras de este grupo de capacidad tienen severas limitaciones para uso agropecuario, debido a las pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado susceptibilidad los movimientos en masa que limitan el desarrollo y manejo de los diferentes cultivos a las condiciones de esta zona. Se recomienda para su uso sistemas agroforestales y forestales de protección-producción en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de movimientos en masa, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
6psc	40,91	0,11	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, pedregosidad superficial y altas precipitaciones, en menor grado y no menos importante la afectación por procesos de remoción y baja fertilidad. Estas tierras son aptas para

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			cultivos perennes, forestales, agroforestales, sistemas silvopastoriles. Se recomienda realizar programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de movimientos en masa, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
4pes	33,00	0,09	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las fuertes pendientes, los procesos erosivos en grado moderado y la poca profundidad efectiva debido a la presencia de horizontes compactados y fragmentos de roca. Actualmente la mayor parte de las tierras están utilizadas en ganadería extensiva y cultivos forestales. Son tierras aptas para cultivos transitorios y semipermanentes, pastos mejorados teniendo en cuenta rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, siembras en curvas a nivel, control de los procesos de erosión con reforestación, revegetalización, mantenimiento de la cobertura vegetal, evitar la sobrecarga de potreros, el sobrepastoreo y protección de los drenajes naturales. Aplicación de fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos.
6sc	28,57	0,08	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la pedregosidad superficial y temperaturas bajas con excesos de lluvias en unos y en otros temperaturas altas con déficit de lluvias; en menor grado las pendientes fuertemente inclinadas y erosión en grado moderado. Gran parte de las tierras se encuentran en agricultura y pastos naturales para ganadería extensiva, y otras en conservación. Los usos recomendados son proyectos agroforestales de protección-producción adaptados al clima, sistemas silvopastoriles evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga en los potreros.
8p3	25,82	0,07	Las principales limitantes para el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y susceptibilidad a movimientos en masa. En menor grado presentan limitaciones por bajas temperaturas. Estas tierras no se deben utilizar para actividades agropecuarias debido a las fuertes pendientes que presentan, se recomienda dedicarlas a la protección de los recursos, principalmente del suelo y agua. Se sugiere permitir la regeneración de la vegetación natural, recuperar las áreas afectadas por los movimientos en masa mediante reforestación y conservación de la cobertura vegetal.
3pc	24,33	0,06	Los factores determinantes que limitan el uso son las pendientes moderadamente inclinadas y las condiciones de bajas y altas temperaturas, estas últimas causando la escasa y deficiente distribución de las lluvias. En la

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			actualidad estas tierras se encuentran utilizadas en ganadería extensiva con pastos mejorados (Brachiaria, India y Estrella). Estos usos se consideran indicados para estas tierras, también se recomiendan frutales adaptados a las condiciones agroecológicas de la zona, leguminosas forrajeras para ganadería semi-intensiva y cultivos transitorios. Se requiere la implementación de prácticas de manejo de suelos como aplicación de riego, labranza mínima, rotación de cultivos, rotación de potreros y ganadería con sistema semiestabulado.
3sc	20,19	0,05	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las texturas finas y la deficiencia de lluvias durante un semestre, generando condiciones de estrés hídrico. Según las limitaciones antes mencionadas, las mismas se pueden calificar como moderadas y agrupan tierras con posibilidades de utilización para ganadería y una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semiintensivo, mediante cultivos transitorios (CTI, CTS) de secano en condiciones húmedas, tales como el maíz y el frijol; como también de cultivos permanentes intensivos y semiintensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS) como el aguacate y cítricos. Todos ellos bajo un manejo agronómico adecuado de suelos basado en prácticas de subsolado a fin de romper los horizontes compactados, así como el uso de enmiendas para reducir la acidez de los suelos.
3ps	16,88	0,04	Las principales limitantes para el uso de estas tierras son las pendientes moderadamente inclinadas, estrecha relación de calcio y magnesio y alta retención de fósforo. Actualmente estas tierras están dedicadas a ganadería extensiva con pastos naturales e introducidos; plantaciones comerciales de pino y eucalipto, conservación y pequeñas áreas con cultivos de pancoger. Estos suelos tienen aptitud para sistemas agroforestales, se recomienda labranza mínima y adecuado manejo de pastos y ganado. Para evitar procesos erosivos realizar prácticas de conservación y restauración de suelos como rotación de cultivos, siembras en contorno, en fajas o través de la pendiente. En cuanto a aspectos de fertilización se recomienda el diseño de planes de fertilización que contemplen la fijación de fósforo (>85%) y el aporte de macronutrientes (K, Ca y Mg).
8c	9,58	0,03	Presenta limitaciones extremadamente severas por temperaturas muy bajas, abundante nubosidad, poco brillo solar y vientos fuertes; además y en menor grado las pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas, alta saturación de aluminio, profundidad

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			efectiva muy superficial, drenaje pantanoso en sectores y abundantes fragmentos de roca en el perfil. El uso recomendado es la conservación y protección de los recursos naturales, hídricos, faunísticos y florísticos, por su importancia como ecosistemas estratégicos para la regulación del recurso hídrico.

**Provincias de Humedad.** Por otro lado, en la **Figura 11** se observa la provincia de humedad para la cuenca/municipio, se resalta que en la zona alta y de ladera presenta zonas húmedas, muy húmedas y pluviales, mientras que la zona de piedemonte y plana es seca; en la **Tabla 11** se observa que la provincia de humedad con mayor área en la cuenca/municipio es la denominada húmeda con 19.732,63 ha (representa el 52,24% del total del área), y predomina los corregimientos de Sana Lucía, Monteloro, La Diadema y San Lorenzo.



**Figura 11.** Provincias de humedad en el cruce/municipio Tuluá/Tuluá. Fuente: (CVC, 2015).



**Tabla 11.** Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá.  
Fuente: (CVC, 2015).

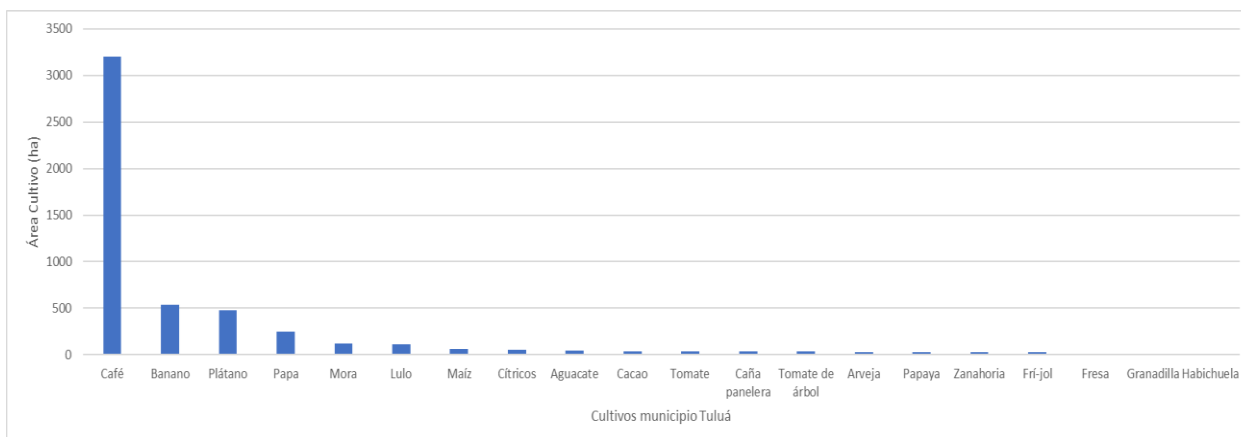
Nombre Provincia de Humedad	Área (ha)	Área (%)
Húmeda	19732,63	52,24
Seca	13061,01	34,58
Muy Húmeda	2988,57	7,91
Muy Seca	1450,77	3,84
Pluvial	537,28	1,42

**Cultivos principales.** En la **Tabla 12** se presentan los cultivos y el área sembrada, ordenados de mayor a menor, durante el año 2020 en el municipio de Tuluá, además, área cosechada, producción y rendimiento.

**Tabla 12.** Información de cultivos sembrados en el municipio de Tuluá durante el 2020. Fuente: (UMATA-Tuluá, 2020).

Cultivo	Año	Área Sembrada (ha)	Área Cosechada (ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/ha)
Caña azucarera	2020	8130	8130	8853,57	1,09
Café	2020	3201	2618	3109	1,19
Banano	2020	541	531	5310	10
Plátano	2020	476	468	4212	9
Papa	2020	250	250	4250	17
Mora	2020	122,5	117,5	940	8
Lulo	2020	117	107	1391	13
Maíz	2020	60	58	116	2
Cítricos	2020	51	51	612	12
Aguacate	2020	42	32	192	6
Cacao	2020	37	37	12,95	0,35
Tomate	2020	36	36	432	12
Caña panelera	2020	35	34	68	2
Tomate de árbol	2020	35	33	396	12
Arveja	2020	32	32	37,38	1,17
Papaya	2020	30	26	390	15
Zanahoria	2020	30	30	450	15
Frijol	2020	28	27	27	1
Fresa	2020	14,50	11,5	345	30
Granadilla	2020	14	12	96	8

Los cultivos con mayor área sembrada en el municipio de Tuluá durante el 2020 fueron: caña azucarera (8.130 ha), café (3.201 ha), banano (541 ha), plátano (476 ha), papa (250 ha) y mora (122,5 ha) (**Figura 12**).



**Figura 12.** Área en hectáreas de cultivos sembrados en el municipio de Tuluá durante el 2020. Fuente: (UMATA-Tuluá, 2020).

Otros cultivos importantes y que, a causa de la alta escala representada por los cultivos previamente mencionados, no se logran observar, son: lulo (117 ha), maíz (60 ha), cítricos (51 ha), aguacate (42 ha) y cacao (37 ha).

### 4.3 CUENCA CALI /MUNICIPIO YUMBO

**Localización.** La cuenca hidrográfica del río Cali se localiza al noroccidente del municipio de Santiago de Cali, se extiende desde la Cordillera Occidental en los Farallones de Cali, hasta la desembocadura en el río Cauca; posee una superficie aproximada de 21.526,52 ha, distribuida entre los municipios de Cali y Yumbo. Cerca del 5% del área corresponde al municipio de Yumbo, en dos corregimientos, El Pedregal y Arroyohondo, en donde destaca la zona industrial ACOPI. El otro 95% del área de la cuenca corresponde al municipio de Cali, participan 10 corregimientos: Los Andes, Pichindé, Felidia, La Leonera, El Saladito, La Elvira, La Castilla, La Paz, Golondrinas, Montebello y 6 comunas: 1, 2, 3, 4, 6 y 19 (CVC, 2016).

Territorialmente, los corregimientos El Pedregal y Arroyohondo de Yumbo participan sólo con el 16% y 19% de su extensión dentro de la cuenca, mientras que los 10 corregimientos del municipio de Cali se encuentran totalmente contenidos. En la parte urbana de la ciudad, la comuna 19 solo participa con el 3% de su territorio, con el barrio Bellavista y el sector del Bosque Municipal. Las comunas 1 y 2 se encuentran totalmente contenidas y las comunas 3, 4 y 6 participan con el 28%, 93% y 73% de su territorio respectivamente. En términos generales, del total del área de la cuenca el 90% es rural y el 10% urbano (CVC, 2016).

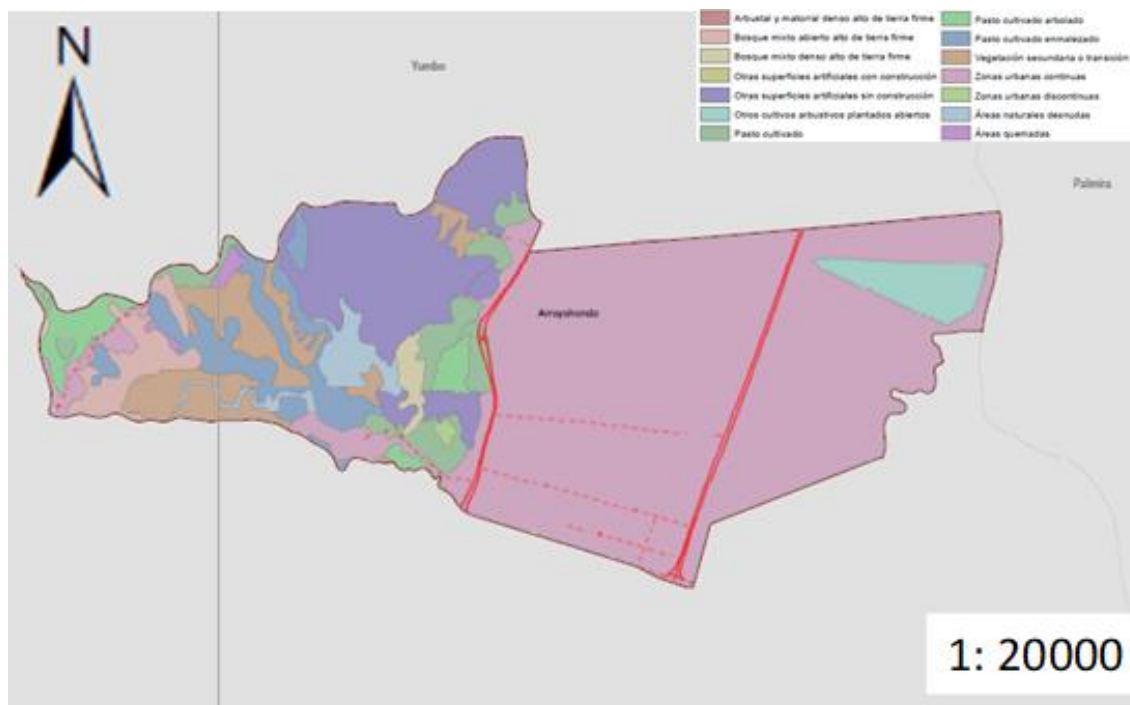
**Conflicto por el uso del suelo.** El conflicto por uso del suelo en la cuenca hidrográfica del río Cali, está determinado por el deterioro ambiental que produce el uso actual. El 60,68% del área no presenta conflicto por el uso del suelo, mientras que en el 25,03% se presenta un alto conflicto por el uso del suelo, en el 13,60% del área de la cuenca no se ha evaluado y en el 0,68% se presenta un moderado conflicto por el uso del suelo (CVC, 2011).

**Coberturas.** De acuerdo con la información reportada por la CVC (Tabla 13), se obtuvo que la cobertura que predomina en el cruce cuenca/municipio, sin tener en cuenta las zonas

pobladas, construcciones y demás, es el pasto cultivado entre arbolado y enmalezado con un total de 128,61 ha que representa el 45.30% del área total del cruce, seguido por la vegetación secundaria o de transición con 64,30 ha (22.64% del total del área), luego se encuentran los cultivos arbustivos plantados abiertos con 29,03 ha (10,22% del área), y por último los bosques mixtos y áreas naturales y quemadas, sumando 62,03 ha (21,86% del área total). En la **Figura 13** se puede observar las coberturas presentes en el área de estudio para este cruce.

**Tabla 13.** Coberturas en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

Cobertura del Suelo	Área (ha)	Área (%)
Vegetación secundaria o transición	64,30	22,64
Pasto cultivado enmalezado	57,38	20,21
Pasto cultivado	45,36	15,98
Otros cultivos arbustivos plantados abiertos	29,03	10,22
Bosque mixto abierto alto de tierra firme	27,76	9,78
Pasto cultivado arbolado	25,87	9,11
Áreas naturales desnudas	21,46	7,56
Bosque mixto denso alto de tierra firme	8,94	3,15
Áreas quemadas	3,88	1,37



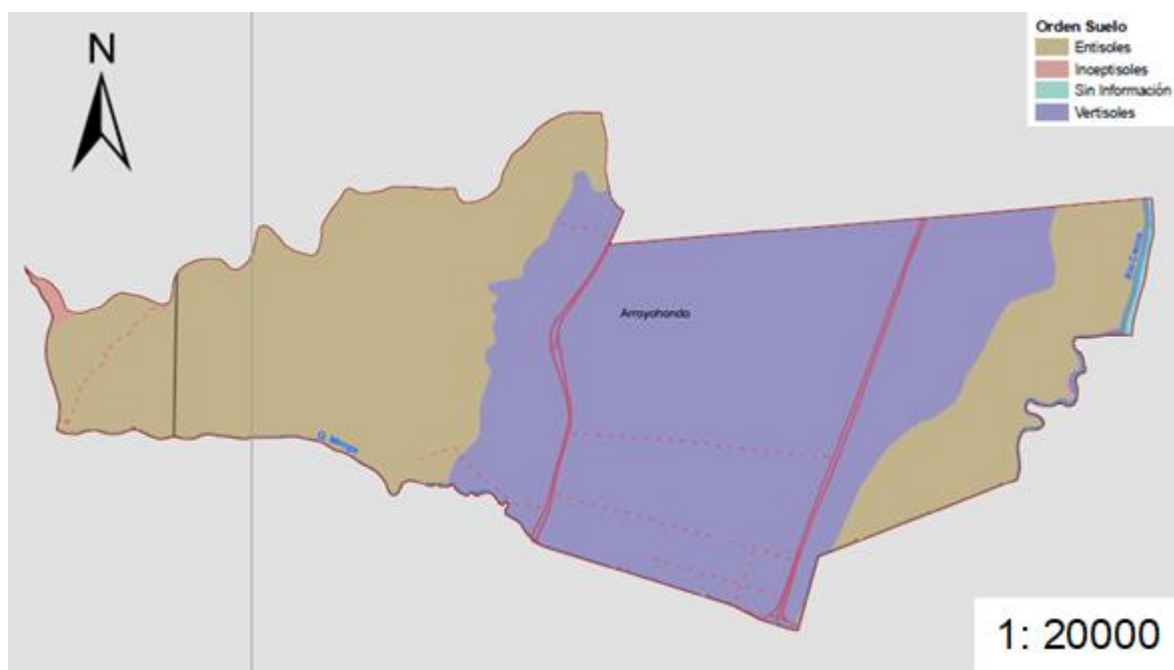
**Figura 13.** Coberturas presentes en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

**Órdenes del suelo.** Como se presenta en la **Tabla 14**, el orden de suelo que mayor área representa en la cuenca/municipio son los Vertisoles con 545,19 ha (53,75% del total de la cuenca/municipio), seguido de los Entisoles con 461,64 ha (45,51% del área total); 4,54 ha de la zona de Inceptisoles y una pequeña zona de 2,99 ha sin información. En la **Figura 14**

se observan que los principales ordenes de suelo en la cuenca/municipio son: Vertisoles y Entisoles, sin embargo, se puede encontrar en la muesca superior izquierda una pequeña zona de Inceptisoles.

**Tabla 14.** Ordenes de suelo cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

Orden Suelo	Área (has)	Área (%)
Vertisoles	545,19	53,75
Entisoles	461,64	45,51
Inceptisol	4,54	0,45
Sin Información	2,99	0,29



**Figura 14.** Ordenes de suelo presentes en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

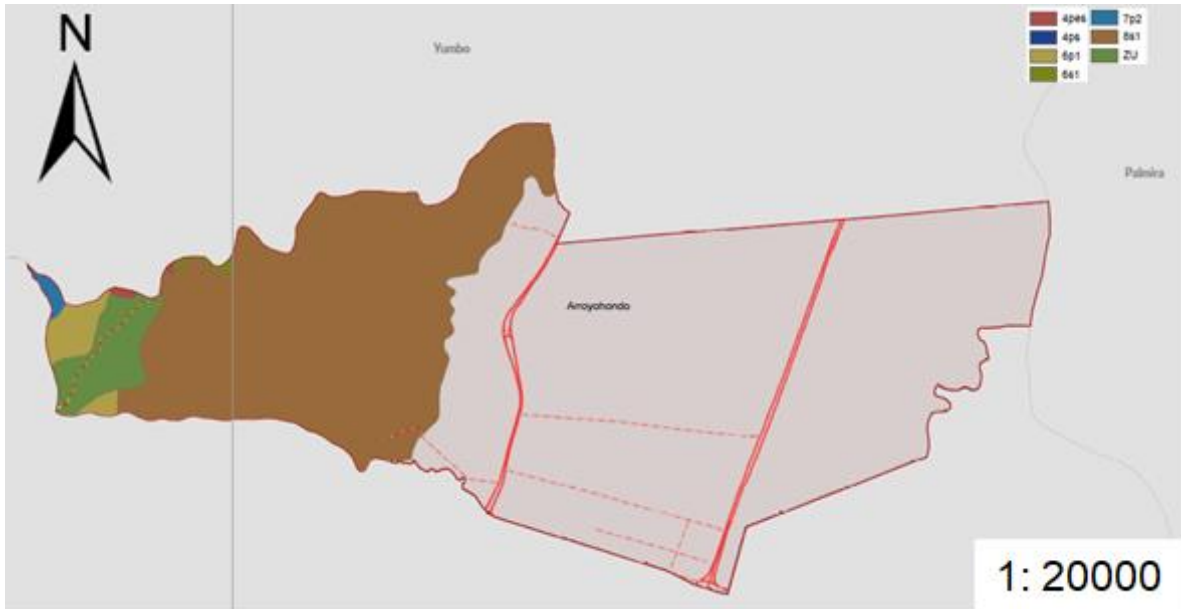
**Capacidad de Uso.** En la **Tabla 15** se presentan las principales limitaciones de cada una de las capacidades de uso relacionadas en la cuenca/municipio. En la **Figura 15** se observa la capacidad de uso del suelo para la cuenca/municipio; las principales capacidades de uso de acuerdo con el área que representa en la cuenca/municipio son: 8s1 con 296,06 ha (representa el 29,19% del área de la cuenca/municipio), seguido del 6p1 con 13,52 ha (representa el 1,33% del área); además, se pueden encontrar otras unidades como 4pes, 4ps, 6s1 y 7p2 que en conjunto suman un área de 5,42 ha (que representan un 0,53% del área).

**Tabla 15.** Capacidad de uso del suelo en el cruce Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
8s1	296,06	29,19	La principal limitante para el uso de estas tierras es la poca profundidad efectiva (superficial y muy superficial), baja fertilidad; en menor afectación en algunos sectores se presentan pendientes moderadamente escarpadas, susceptibilidad a movimientos en masa, inundaciones, encharcamientos y pedregosidad superficial. Las tierras presentes en esta subclase en los climas extremadamente frío, húmedo, muy húmedo y muy frío, muy húmedo se deben dedicar a la conservación y recuperación de los recursos naturales por su importancia como fuente muy importante de abastecimiento de recurso hídrico. En el clima cálido muy húmedo, estas tierras no tienen aptitud agropecuaria, se deben conservar como áreas de manejo especial para la protección de los manglares y demás especies forestales.
ZU	28,53	2,81	Zonas Urbanas.
6p1	13,52	1,33	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y en menor grado pedregosidad superficial y susceptibilidad a los movimientos en masa. El uso recomendado para estas tierras es el establecimiento de sistemas que involucren el desarrollo asociado de actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes), forestales y ganaderas (semi-intensiva).
7p2	2,63	0,26	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado pedregosidad superficial en algunos sectores y erosión en grado moderado. El uso actual dominante es ganadería extensiva y agricultura. Estas tierras tienen aptitud para conservación de la vegetación natural y vida silvestre; requieren programas de reforestación en las áreas desprovistas de vegetación arbórea. Los usos recomendados son los sistemas forestales de protección en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de erosión, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
6s1	1,57	0,15	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial y superficial, presencia de abundantes fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial. El uso recomendado corresponde a cultivos semi perennes o perennes, semi intensivos e intensivos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se evita el sobrepastoreo y se realiza buen manejo de los potreros. Las prácticas de conservación del recurso suelo deben ser mayores para evitar el aumento de la erosión ligera que se presenta en la

UCS	Área (ha)	Área (%)	Principales Limitaciones
			unidad, en especial en los sectores con pendientes fuertemente inclinadas.
4pes	1,16	0,11	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las fuertes pendientes, los procesos erosivos en grado moderado y la poca profundidad efectiva debido a la presencia de horizontes compactados y fragmentos de roca. Actualmente la mayor parte de las tierras están utilizadas en ganadería extensiva y cultivos forestales. Son tierras aptas para cultivos transitorios y semipermanentes, pastos mejorados teniendo en cuenta rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, siembras en curvas a nivel, control de los procesos de erosión con reforestación, revegetalización, mantenimiento de la cobertura vegetal, evitar la sobrecarga de potreros, el sobrepastoreo y protección de los drenajes naturales. Aplicación de fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos.
4ps	0,06	0,01	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas, relación calcio/magnesio invertida, profundidad efectiva superficial, presencia de fragmentos de roca en el suelo; en menor grado deficiencia de lluvias en un semestre y pedregosidad superficial y baja permeabilidad. Gran parte de las tierras se encuentran en pastos naturales para ganadería extensiva y otras en agricultura con cultivos de café, plátano, frutales y explotaciones forestales con pino y eucalipto. Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, sistemas agroforestales y plantaciones forestales. Se recomiendan prácticas de manejo como siembras en curvas a nivel, evitar la sobrecarga de ganado y el sobrepastoreo, mantener una buena cobertura vegetal, suministro de riego complementario, aplicar abonos orgánicos, fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos según análisis de los suelos.

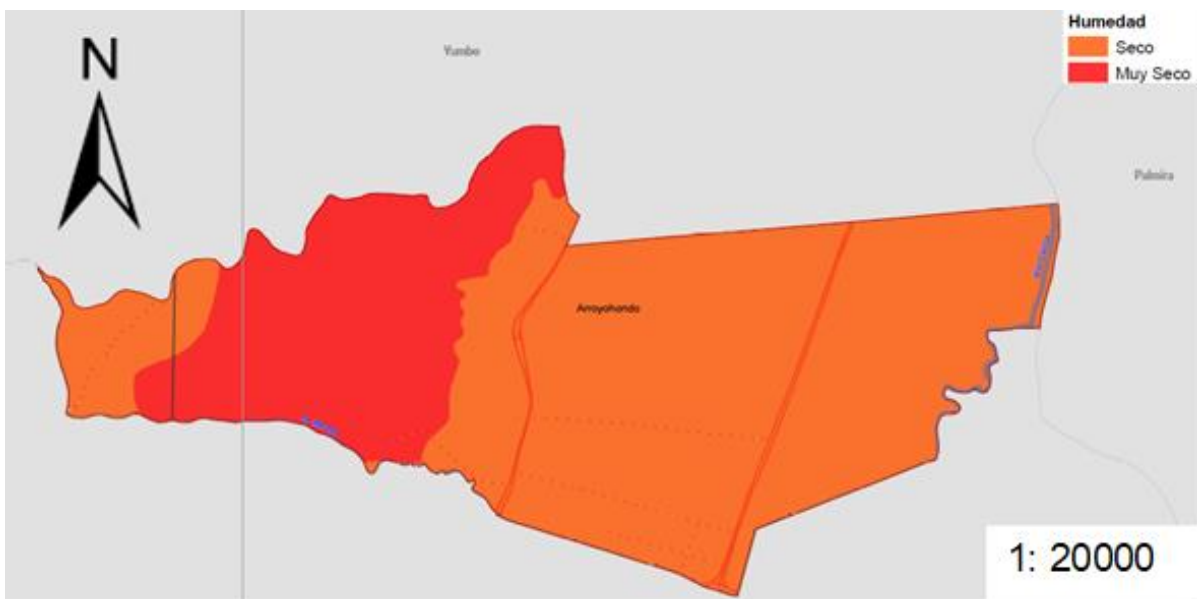
**Provincias de Humedad.** En el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo se encuentran solo dos clases de humedad (Seco y Muy Seco), como se observa en la **Tabla 16**, la provincia Seco representa la mayor parte del área, con 733,03 ha (72,27% del cruce), mientras que la clase Muy Seco cuenta con 281,32 ha (representa un 27,73% del área). Como se observa en la **Figura 16**, la mayor parte de la zona Muy Seca se encuentra en la parte más alta del cruce.



**Figura 15.** Capacidad de uso del suelo en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

**Tabla 16.** Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio de Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

Humedad	Área (ha)	Área (%)
Seco	733,03	72,27
Muy Seco	281,32	27,73



**Figura 16.** Provincias de humedad en el cruce cuenca/municipio Cali/Yumbo. Fuente: (CVC, 2015).

## 5. METODOLOGÍA

Para el levantamiento de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo, se definieron las áreas de estudio que corresponden a la delimitación cartográfica existente entre el límite geográfico del área de la cuenca de interés con la división político-administrativa de cada municipio asignado por la CVC: Cuenca Yumbo- municipio Yumbo, Cuenca Tuluá- municipio Tuluá y Cuenca Cali- municipio Yumbo. El desarrollo del proyecto incluyó las siguientes fases:

- Priorización de áreas de estudio (vigencia 2022), cultivos más relevantes por municipio (EVAs) y corregimientos donde más se presentan dichos cultivos (cartografía de CVC con coberturas más actualizadas).
- Socialización ante secretarías de agricultura (SEDAMA) y UMATAS de la información de priorización de cultivos principales y corregimientos con mayor representación de estos para la selección de predios.
- Reestructuración del número de predios a visitar por cada corregimiento con base en la información de la presencia de los cultivos principales otorgada por las SEDAMA o UMATA de cada municipio.
- Diseño del esquema de recolección de información, con base en categorización geográfica (cuencas/municipios priorizados), información de principales cultivos (EVAs), corregimientos en cada cruce cuenca/municipio con representación de los cultivos principales (cartografía CVC más actualizada), selección de predios (con apoyo de SEDAMA o UMATA de acuerdo con cada cruce cuenca/municipio).
- Visita a los predios seleccionados por cada corregimiento con información actualizada por la SEDAMA o UMATA de la presencia del cultivo principal, en el que se levantara la información primaria: encuesta de prácticas, técnicas y tecnologías asociadas con el uso y manejo del suelo, muestreo de suelo y agua.

### 5.1 PRIORIZACIÓN DE CULTIVOS Y PUNTOS LEVANTAMIENTO INFORMACIÓN PRIMARIA

A continuación, se realizará una breve descripción de la metodología que se siguió para la selección de cultivos y predios:

- En primer lugar, se definió la cantidad de puntos en los que se debía levantar información primaria por cada cruce cuenca/municipio, lo cual se estableció de acuerdo con el área de cada cruce; de acuerdo con la Tabla 2 (punto 4. Área de estudio), el cruce con mayor área es Tuluá/Tuluá (37.772,44 ha), seguido de Yumbo/Yumbo (6.715,39 ha) y Cali/Yumbo (1.014,36 ha); sin embargo, también se tuvo en cuenta las condiciones de seguridad que se presentaban en la zona alta del cruce Tuluá/Tuluá, por lo que la asignación de puntos, aunque fue en una mayor proporción en este cruce no fue totalmente relacionado con el porcentaje de área



correspondiente; en este sentido, la asignación de puntos por cruce fue: 61 para Tuluá/Tuluá, 29 para Yumbo/Yumbo y 3 para Cali/Yumbo.

- Posteriormente se tuvo en cuenta la información de área sembrada de los cultivos que se encuentran en cada municipio que hacían parte del cruce (Tuluá y Yumbo), en este sentido, se consultó la información disponible en la plataforma de datos libres del gobierno nacional correspondiente a las Evaluaciones Agropecuarias (EVAs) del año 2020 (año más reciente subido en la plataforma), lo cual permitió definir cuantos puntos se levantarían por cultivo en particular de acuerdo con su extensión (hectáreas sembradas) en el municipio; no se tuvo en cuenta la caña de azúcar.
- Luego se consultó en la cartografía entregada por CVC, en la capa de coberturas, los corregimientos que se encontraban dentro del cruce cuenca/municipio en los que mayor área se encontraban los cultivos preseleccionados y a los que ya se les había definido el número de puntos a levantar en el cruce; esto permitió establecer áreas específicas dentro de la cuenca/municipio en las cuales levantar la información, posible ubicación, vías de acceso, ríos principales y tributarios, así como topografía, entre otras.
- Esta información base, pero obtenida mediante métodos secundarios, permitió realizar socializaciones con la SEDAMA de Tuluá y la UMATA de Yumbo, en las cuales se compartió los cultivos preseleccionados, el número de puntos a levantar por cultivo y la posible ubicación de dichos puntos por corregimiento; los funcionarios de dichas instituciones debido a su conocimiento de primera mano de las áreas permitieron afinar la cantidad de puntos por corregimiento y a ubicar asociaciones de agricultores y agricultores individuales con los cuales realizar el trabajo de obtención de información primaria.
- Con los puntos de levantamiento de información primaria definidos en conjunto con las instituciones locales, asociaciones de agricultores y técnicos, se procedió a planear las salidas de campo, lo cual consistió en la comunicación previa con los agricultores para lograr su presencia en el predio el día de la campaña de levantamiento de información primaria, lo que permitió definir los recorridos y las áreas que requerían de mayor tiempo de desplazamiento y personal en el equipo de trabajo. También se solicitó el acompañamiento de miembros de la SEDAMA en Tuluá y de la UMATA en Yumbo, debido a los problemas de orden público, lo que brindaría mayor seguridad al equipo de trabajo.

Otro tipo de información que no se tuvo en cuenta para definir los cultivos y los puntos para el levantamiento de información primaria, como lo es la cartografía base con las clases agrológicas de tierras (según estudio semidetallado de suelos IGAC- CVC), la clasificación por capacidad de uso, ordenes de suelo, entre otros, serán relevantes para la descripción de los puntos donde se levantó la información y posterior análisis de sostenibilidad de las prácticas agrícolas, conocer la situación actual, así como su susceptibilidad a la degradación, especialmente a la erosión, todo lo cual permitirá contrastar el uso actual con el recomendado para los diferentes puntos y poder generar conclusiones y recomendaciones más acertadas.

## 5.2 LEVANTAMIENTO DE LINEA BASE DE PRÁCTICAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS

En la Actividad 008 “*Levantamiento de línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo*”, vigencia 2022, se utilizó un formato de encuesta semiestructurada, que permitió la consolidación de información primaria sobre prácticas agronómicas utilizadas en el manejo de cada uno de los cultivos priorizados. El alcance de la encuesta incluyó la siguiente información (Anexo 1: Formato levantamiento información primaria):

- Identificación del propietario del predio.
- Información sobre ubicación del predio (corregimiento, vereda, área del predio, coordenadas, cultivo principal, entre otras).
- Información sobre los cultivos (cultivo principal, cultivos anteriores, cultivos aledaños, sistema de cultivo, entre otras).
- Manejo de la fertilización del cultivo (fertilizantes que aplica, método de aplicación, aplicación de materia orgánica, uso de insumos biológicos, biopreparados, uso de enmiendas, entre otros).
- Preparación del terreno (tipo de labranza, implementos utilizados, adecuación de drenajes, entre otros).
- Información sobre el riego (tipo de sistema, toma del agua, tratamiento previo, lamina aplicada en el cultivo, monitoreo de variables climáticas, entre otros).
- Manejo de arvenses (insumos aplicados, dosis, elementos de protección personal, entre otros).
- Manejo de plagas y enfermedades (insumos utilizados para su manejo, dosis aplicadas, rotación de insumos, entre otros).
- Certificaciones con las que cuenta (BPA, agricultura orgánica, SPG, de tercera parte, consumidores, entre otros).

Adicionalmente, en la consolidación de la información primaria de prácticas agronómicas se realizaron observaciones en las visitas de campo con el fin de verificar información obtenida en las encuestas; también se realizaron entrevistas a asistentes técnicos de cada cuenca, individuales y grupales (comité de expertos), para establecer una base sólida sobre las prácticas, técnicas y tecnologías utilizadas en cada cultivo.

## 5.3 CAMPAÑAS DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS

Esta actividad se dividió en dos fases, la primera orientada al reconocimiento del perfil del suelo mediante el método del barreno y la segunda enfocada en la toma de muestra para su correspondiente análisis de laboratorio. En algunos predios se realizó toma de muestra de agua si es que estos tenían sistema de riego.

### 5.2.1. Levantamiento de información primaria de suelos y aguas

El esquema de recolección de información primaria, para las campañas de recolección de muestras de suelos y aguas se resume a continuación:

- a) Localización de predios y cultivos priorizados de acuerdo con la metodología descrita en el punto 5.1 (Priorización de cultivos y puntos levantamiento información primaria).
- b) Acercamiento y acuerdos con los propietarios de predios, facilitado por funcionarios de la SEDAMA de Tuluá, la UMATA de Yumbo o líderes de la zona.
- c) Con apoyo de los propietarios de predios, se dividen los cultivos principales y se establecen lotes por características homogéneas evidentes (tipo de pendiente y capas superficiales del suelo).
- d) Sondeo con barreno hasta un metro de profundidad (cuando es posible), para determinar horizontes, cambios de color de los horizontes, profundidad de los horizontes, textura o limitantes.
- e) Selección de un lote para el muestreo de suelos.
- f) Toma de submuestras representativas del lote, homogenización en recipiente y separación de una muestra disturbada para análisis de variables fisicoquímicas.
- g) Toma de dos muestras en cilindro biselado para análisis de variables físicas en suelo sin disturbar.
- h) Toma de una muestra de agua (riego) para análisis de propiedades químicas.

El sondeo con barreno en los lotes seleccionados se realizó para reconocer la profundidad del primer horizonte y si existe alguna condición especial en los horizontes más profundos que determinen su comportamiento y su susceptibilidad: nivel freático, capas endurecidas, entre otras, si se requiere se hace una calicata para evidenciar lo encontrado (**Figura 17**).



**Figura 17.** Perfiles en zona plana de Tuluá y Yumbo. Sondeo con barreno en Yumbo.

Para el muestreo de suelos en los predios seleccionados, se realizó un recorrido en forma de zigzag por el lote para tomar submuestras entre 0 y 30 cm de profundidad, con ayuda de un barreno o con una pala, las cuales se homogenizan en un recipiente para luego extraer una muestra compuesta (aproximadamente 1,5 Kg), la cual será utilizada para evaluar las características fisicoquímicas en suelo disturbado. Para los parámetros que se evalúan en suelo no disturbado, se obtuvo dos muestras en el centro del lote por el método del cilindro. Las muestras tomadas se marcan debidamente con fecha, código consecutivo correspondiente a cada cuenca y tipo de análisis, posteriormente se empacan en bolsa doble para ser enviadas al laboratorio (**Figura 18**).



**Figura 18.** Muestreo de suelos para análisis físico y químico.

Los muestreos de agua se realizaron en aquellos predios con disponibilidad de sistema de riego. En la **Tabla 17** se presentan las variables fisicoquímicas a evaluar en suelo y el método de cuantificación.

**Tabla 17.** Propiedades fisicoquímicas evaluadas.

Variable	Sigla y Unidades	Método
Textura	T	Bouyoucos
Capacidad de Campo	CC (%)	Olla de Presión
Punto de Marchitez Permanente	PMP (%)	Olla de Presión
Densidad Aparente	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Cilindro Biselado
Conductividad Hidráulica	Kh (cm/h)	Permeámetro Cabeza Constante
Humedad a Diferentes Tensiones	(%p/v)	Gravimetría/Olla de Succión
Estabilidad de Agregados	(%p/p)	Yoder/Húmedo
Potencial de Hidrogeno	pH	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	CE	Potenciómetro
Materia Orgánica	MO (%)	Walkley-Black
Potasio	K (meq/100g)	Ac. NH <sub>4</sub> /Absorción Atómica
Calcio	Ca (meq/100g)	Ac. NH <sub>4</sub> /Absorción Atómica
Magnesio	Mg (meq/100g)	Ac. NH <sub>4</sub> /Absorción Atómica
Sodio	Na (meq/100g)	Ac. NH <sub>4</sub> /Absorción Atómica
Hierro	Fe (mg/Kg)	Olsen modificado/Absorción Atómica
Manganeso	Mn (mg/Kg)	Olsen modificado/Absorción Atómica

Variable	Sigla y Unidades	Método
Cobre	Cu (mg/Kg)	Olsen modificado/Absorción Atómica
Zinc	Zn (mg/Kg)	Olsen modificado/Absorción Atómica
Boro	B (mg/Kg)	Ca (OH)PO <sub>4</sub> /Colorimétrico
Fosforo	P (ppm)	Bray II/Colorimétrico
Azufre	S (ppm)	Ca (OH)PO <sub>4</sub> /Colorimétrico
Al intercambiable	Al (mg/Kg)	Extracción (pH<5,5)/Volumetría KCl

### 5.2.2. Cadena de custodia de las muestras y envío a laboratorio

Para asegurar que las muestras de suelos y aguas tomadas en cada predio lleguen al laboratorio de forma adecuada y en el menor tiempo posible, se implementó una metodología que permitió garantizar la cadena de custodia:

- Campañas de muestreo siguiendo los protocolos sugeridos por el laboratorio de Agrosavia.
- Empacado y embalado de las muestras en la misma localidad donde se extraen.
- Marcación adecuada de cada muestra con un código consecutivo referente a cada cuenca.
- Información del sitio (coordenadas geográficas, nombre de la vereda, finca, propietario, entre otras).
- Diligenciamiento de los formatos establecidos para el envío de muestras (GA-F-84 QUIMICA Y FISICA DE SUELOS V10 y GA-F-84 AGUAS QUIMICA V10, cada uno en su versión actualizada).
- Envío de las muestras adecuadamente rotuladas y con el formato correspondiente en el que se informa número de muestras enviadas y la numeración establecida.

## 5.4 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO

Esta información corresponde a las encuestas, mesas de trabajo, encuentros individuales con técnicos que realizan asistencia en la región y observaciones de campo; se consignó la información obtenida en una matriz de Excel, la cual permitió posteriormente realizar gráficas y análisis en torno a los datos obtenidos. Para cada predio en los cruces cuenca/municipio de la vigencia 2022 se sistematizó la información obtenida, combinando la información de la encuestas y los otros instrumentos mencionados, si alguno de estos se encontraba con falta de información se adicionó la del instrumento que sí permitió levantarla; en caso de que en varios instrumentos se encontrara la información similar, solo se tomó en cuenta la un

---

instrumento o se complementó la información obtenida de cada instrumento con la finalidad de consignar los datos de forma detallada y objetivamente cercanos a la realidad.

## **5.5 ANÁLISIS DE PROPIEDADES DE SUELOS Y AGUAS**

Las variables fisicoquímicas de suelos y aguas se analizaron con el software de acceso libre RStudio, versión 4.0.2, se realizó estadística descriptiva: valores mínimos, máximos, media, mediana y desviación estándar. Adicionalmente, se estableció correlaciones entre variables en los análisis fisicoquímicos de aguas y suelos, a través del método de Pearson.

## 6. LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN CULTIVOS PRIORIZADOS DE LA CUENCA YUMBO, MUNICIPIO YUMBO

En general el factor que más condiciona el uso de las prácticas de producción de cultivos es la topografía del terreno, permitiendo, o no, la posibilidad de mecanización y por tanto las tecnologías que se pueden implementar para realizar las prácticas; en las zonas planas y onduladas con posibilidad de realizar mecanización predomina los agricultores empresariales que cultivan áreas medianas y grandes; en las zonas de ladera escarpadas predomina la agricultura “tradicional” de productores que manejan pequeñas a medianas áreas que difícilmente se pueden mecanizar. Esto permite crear zonas que, con algunas excepciones, comparten prácticas, y en ocasiones especies plantadas, en los diversos cultivos a los que manejan.

La presencia de lluvias constantes, y en determinados momentos abundantes, en buena parte del año asociada con las pendientes escarpadas en gran parte de la zona de ladera de la cuenca, provocan que el mayor de los riesgos de degradación de estos suelos sea la erosión hídrica la cual se presenta en mayor o menor intensidad dependiendo de las prácticas, técnicas y tecnologías que se practiquen en los terrenos con coberturas de cultivos.

### 6.1 SELECCIÓN DE CULTIVOS Y CORREGIMIENTOS

En el levantamiento de información primaria en las cuencas (vigencia 2022), se tuvo en cuenta la información de coberturas reportada en la cartografía temática de CVC (actualizada a 2015), esta información se complementó con los reportes de cultivos en las “Evaluaciones Agropecuarias” realizados por la UMATA de Yumbo para el año 2020 (información más reciente disponible en las bases de datos nacionales y disponibles para consulta). Con esta información se realizaron reuniones previas con los funcionarios de esta institución, los cuales verificaron los datos suministrados y contribuyeron a preseleccionar cultivos y número de predios a visitar de acuerdo con el área del cultivo en el cruce cuenca/municipio, disponibilidad de los agricultores a permitir el trabajo en sus predios y vía de acceso de fácil tránsito. Finalmente, para el cruce/municipio Yumbo/Yumbo se seleccionaron los cultivos y cantidad de puntos de levantamiento de información de acuerdo con lo observado en la **Tabla 18**.

**Tabla 18.** Información de cultivos levantamiento información primaria Yumbo/Yumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cultivo	Corregimiento	Puntos información primaria
Aromáticas	Yumbillo	12
Plátano	La Buitrera y Mulaló	2
Café	La Buitrera, Santa Inés y Yumbillo	10
Maíz	Dapa	1
Frutales (Mango, Aguacate, Guayaba, Cacao)	Mulaló, La Buitrera	2
Cítricos	La Buitrera y Santa Inés	2
<b>Total</b>		<b>29</b>

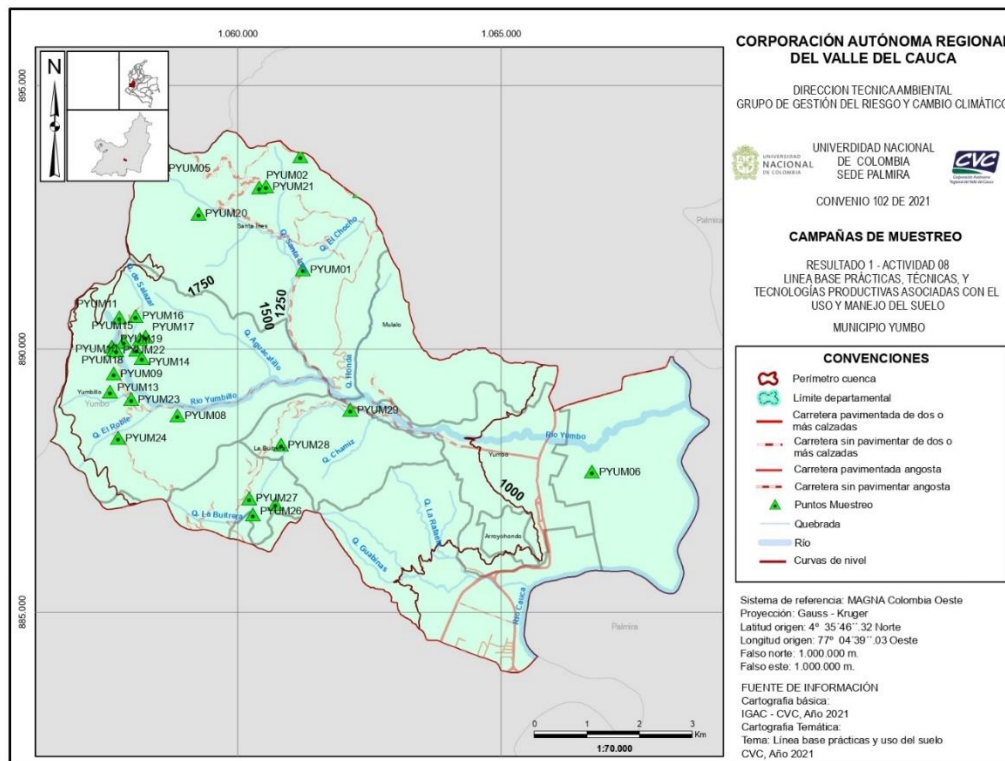
Los cultivos y predios que se incluyeron para el levantamiento de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo en la cuenca Yumbo (municipio Yumbo) se presentan en la **Tabla 19**. Esta información es de gran relevancia para ser presentada a técnicos y profesionales agrícolas, que ofrecen sus servicios en el área, de los cuales se recibió importante apoyo para la preselección de predios. En la **Figura 19** se observa la ubicación de los puntos de levantamiento de información seleccionados.

**Tabla 19.** Cultivos y predios priorizados en la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Cultivo	Altura (msnm)	Tipo de cultivo	Tipo de Pendiente	Orden de Suelo	Provincia Humedad
PYUM-01	Cítricos	1351	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-02	Café	1548	Permanente	Escarpado (50-75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-03	Café	1735	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-04	Café	1741	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-05	Café	1701	Permanente	Escarpado (50-75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-06	Frutales (Cacao)	963	Permanente	Plano (<3%)	Molisoles	Seca
PYUM-07	Plátano	1018	Permanente	Plano (<3%)	Inceptisoles	Seca
PYUM-08	Aromáticas (Tomillo)	1504	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-09	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	1640	Transitorio	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-10	Aromáticas	1736	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-11	Aromáticas	1851	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-12	Aromáticas (Tomillo)	1703	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-13	Café	1617	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-14	Aromáticas (Tomillo)	1683	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-15	Aromáticas (Tomillo)	1624	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-16	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	1789	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-17	Aromáticas (Tomillo)	1649	Semipermanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-18	Café	1731	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-19	Maíz	1716	Transitorio	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda



Código	Cultivo	Altura (msnm)	Tipo de cultivo	Tipo de Pendiente	Orden de Suelo	Provincia Humedad
PYUM-20	Café	1615	Permanente	Escarpado (50-75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-21	Café	1646	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-22	Aromáticas (Tomillo)	1705	Transitorio	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-23	Aromáticas (Romero)	1650	Transitorio	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-24	Aromáticas (Tomillo)	1750	Transitorio	Muy escarpado (>75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-25	Café	1504	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-26	Café	1465	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-27	Plátano	1457	Semipermanente	Escarpado (50-75%)	Inceptisoles	Húmeda
PYUM-28	Cítricos	1368	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca
PYUM-29	Frutales	1101	Permanente	Muy escarpado (>75%)	Entisoles	Muy Seca



**Figura 19.** Ubicación de puntos levantamiento de información primaria incluidos en el estudio cuenca Yumbo (Yumbo).

El análisis realizado permitió seleccionar predios representativos de cultivos predominantes en la cuenca Yumbo (Yumbo). A continuación, se presenta la descripción general de algunos cultivos priorizados.

### **Sistemas productivos en las zonas planas y ligeramente onduladas:**

- **Monocultivo tecnificado con varios niveles de mecanización:** Corresponde a la zona de la rivera del río Cauca y el estrecho piedemonte de la cordillera occidental que rodea el casco urbano de Yumbo, con suelos tipo vertisoles y molisoles en su mayoría. En esta zona se realiza agricultura tecnificada principalmente en cultivos como caña de azúcar, plátano, cacao, cítricos, maracuyá, papaya, invernaderos y casas de malla para la producción de hortalizas, entre otros. Tienen asistencia técnica particular y una gran influencia de los técnicos de las casas comerciales de agroquímicos que continuamente los visitan para ofrecer sus productos y realizar recomendaciones técnicas de manejo basadas en las capacitaciones que reciben de especialistas en las diferentes áreas y en las experiencias de otros productores locales y de otras regiones, pero con un lógico énfasis en los productos y servicios que ofrecen.

### **Sistemas Productivos en las zonas de ladera escarpada y muy escarpada:**

- **Cultivo asociado agroforestal (Café + Nogal + Plátano + Cítricos):** Es un cultivo multiestrato que permite reducir sustancialmente la acción erosiva de la lluvia sobre el suelo. Generalmente son cultivos a los que no se les suministra riego, dependen de las lluvias para su mantenimiento y producción. Regularmente no usan plaguicidas químicos para su producción a menos que sea necesario, hacen fertilización orgánica y química, su producción se comercializa en parte directamente a los consumidores en mercados que regularmente realizan en las poblaciones cercanas y que son promovidos como orgánicos o de producción limpia.

Corresponde a las zonas altas de la cuenca, se encuentran en los corregimientos de Yumbillo, Santa Inés, La Buitrera, Dapa, se encuentran sobre inceptisoles y entisoles propios de la región, sus prácticas de producción tienen una gran influencia del comité de cafeteros local que recomienda prácticas desarrolladas por Cenicafé en cuanto a prácticas de cultivo como en manejo y conservación de suelos, también el SENA realiza capacitaciones en manejo agroecológico de cultivos con prácticas como elaboración de compostajes, bocachi, bioles, control biológico que son aplicadas de forma intermitente.

El ICA ha realizado intervenciones para certificar algunos predios en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), pero la adopción es temporal ya que la certificación implica esfuerzos administrativos y de recursos que difícilmente son reconocidos en el mercado ya que tan solo en almacenes muy especializados como las grandes superficies se exige esta certificación y/o se paga un precio diferencial por la misma, lo que desestimula la certificación y el agricultor termina abandonando el proceso. La Umata tiene una alta influencia en la zona con mejora de las prácticas de los agricultores ya que tiene una organización con personal en cada corregimiento que realiza visitas periódicas.

- **Monocultivo no mecanizado (café, cítricos o plátano):** Son cultivos en un solo estrato que deja una parte del suelo descubierto. Se presenta en lotes de diferentes tamaños que están sembrados a distancias variables de acuerdo con la especie. Son cultivos permanentes o semipermanentes. Presentan una mayor susceptibilidad a la erosión hídrica ya que las gotas de lluvia caen sobre el cultivo, pero en las calles caen directamente al suelo que, aunque regularmente está cubierto de arvenses, en algunas fincas acostumbra a limpiar todo el terreno ocasionando un grave riesgo de erosión.
- **Policultivo con tendencia a manejo orgánico (aromáticas, condimentarias y medicinales):** Este sistema muy usado en la cuenca se cultiva en pequeñas franjas de lotes separados por calles y con barreras vivas (usualmente plantas que generan sustancias alelopáticas, que usan para mejorar el manejo de plagas). Se realiza una preparación del terreno intensiva, pero en áreas pequeñas, los cuales son tratados con materia orgánica, bioles, cal y en ocasiones microorganismos benéficos. Comercializan la producción en almacenes de grandes superficies y especializados con secciones orgánicas o de agricultura limpia y se tiene la posibilidad en el mediano plazo de llegar a mercados fuera del país.
- **Sistemas Hidropónicos (Hortalizas):** Es el complemento de la producción de plantas aromáticas y condimentarias, ya que llegan a los mismos mercados especializados de agricultura limpia y orgánicos. Es un sistema que se está implementando cada vez más en la región, debido a la alta densidad de siembra, relativo bajo costo de aplicación, reducción en el uso de insumos para el manejo de plagas y enfermedades que inician en el suelo, entre otros, además del apoyo que se recibe de asociaciones de productores que comercializa los productos.

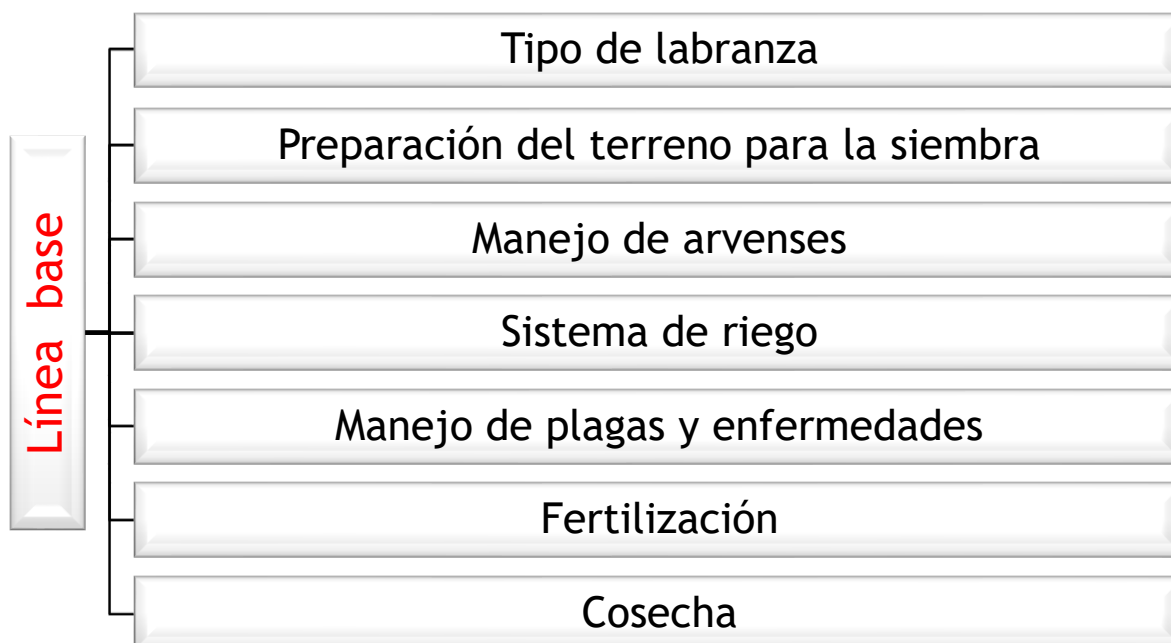
#### Especies de plantas cultivadas:

- **Café (asociado con plátano, frutales y árboles maderables):** con 258 ha, ocupa el primer lugar en cuanto a área plantada en la zona (excluyendo la caña de azúcar), representa el 33,52% de todos los cultivos establecidos en el municipio. Se produce en gran parte de forma tradicional, con bajas aplicaciones de insumos para fertilizantes, manejo de plagas, enfermedades o herbicidas, bajo uso de maquinaria para las labores culturales y sin uso de riego suplementario.
- **Aromáticas y medicinales:** con 72,60 ha es el tercer cultivo con mayor área en el municipio, representa el 9,43% del área cultivada del municipio (excluyendo los cultivos de caña de azúcar), plantado por agricultores semi-tecnificados que manejan pequeñas y medianas extensiones del cultivo. Utilizan algunos insumos como fertilizantes, agroquímicos para el manejo de plagas y enfermedades, herbicidas, entre otros, en algunas ocasiones cuentan con riego o usan maquinaria liviana para labranza del suelo.
- **Plátano:** Representa a las musáceas que tienen un área de siembra de 35,94 ha (28,80 y 10,14 ha de plátano y banano, respectivamente), que ocupan el 4,68% del área sembrada en el municipio; es manejado por agricultores tradicionales y semi-tecnificados, algunos utilizan insumos para la fertilización o manejo de plagas, enfermedades y arvenses.

- **Cítricos:** Se reportan 51,02 ha de cítricos en el municipio, representa el 6,63% del área sembrada de cultivos agrícolas. El tipo de agricultura es semi-tecnificada, no se usa gran cantidad de maquinaria o insumos para fertilizar, manejo de plagas, enfermedades o arvenses.
- **Maíz:** Con 15 ha en el municipio, representa el 1,95% del área cultivada del municipio, plantado por agricultores semi-tecnificados que manejan pequeñas y medianas extensiones del cultivo. Se utiliza algunos insumos y maquinaria para realizar la labranza, siembra, fertilización, abonamiento, aplicación de plaguicidas, entre otras.
- **Frutales:** Representa a los cultivos mango, aguacate, guayaba y cacao con 54,30 ha, representa el 7,06% del área cultivada en el municipio (sin tener en cuenta la caña de azúcar). Es un tipo de cultivos manejado por agricultores semi-tecnificados y tradicionales. Son cultivos permanentes.

## 6.2 LINEA BASE SOBRE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

La elaboración de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo de suelos en cultivos de la cuenca Yumbo, municipio Yumbo, se consolidó a partir de información primaria proveniente de encuestas, entrevistas individuales a técnicos y profesionales agrícolas, y entrevistas a grupos de expertos de la región. El enfoque del análisis se presenta en la **Figura 20**.



**Figura 20.** Enfoque del análisis para la elaboración de la línea base de prácticas agronómicas en cultivos agrícolas.

### 6.1.1. Tipo de labranza

En la cuenca Yumbo, municipio Yumbo, se presentan tres tipos de labranza: cero, mínima y mecanizada liviana. Como se observa en la **Tabla 20**, la labranza mínima es el sistema más usado (65,52% de los predios), seguido de la labranza mecanizada liviana (27,59%) y labranza cero (6,90%).

**Tabla 20.** Tipo de labranza en la cuenca Yumbo (Yumbo).

Tipo de Labranza	Santa Inés	Yumbillo	La Buitrera	Dapa	Mulaló	Total	Total (%)
Labranza mínima	7	5	5	0	2	19	65.52%
Labranza mecanizada liviana	0	8	0	0	0	8	27.59%
Labranza cero	0	1	0	1	0	2	6.90%
<b>Total corregimiento</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>29</b>	<b>100.00%</b>

La labranza mínima consiste en realizar la preparación del suelo solo en el lugar donde se sembrarán las plantas, puede incluir el uso de herbicidas para erradicar las arvenses que se encuentran sobre el suelo, posteriormente se traza el lote con curvas de nivel, tres bolillo o cinco de oros, y se procede a realizar los hoyos en el suelo hasta máximo 50 cm de profundidad, en ocasiones al cual se le adiciona materia orgánica, cal viva como desinfectante o cal agrícola, entre otros, y posteriormente se deposita la planta a sembrar; se usa en cultivos con prácticas tradicionales, como: café, cítricos, frutales, plátanos y aromáticas, en zonas de ladera con pendientes escarpadas y muy escarpadas donde no se puede utilizar maquinaria pesada, como los tractores, también se implementa en la zona plana.

La labranza mecanizada liviana se realiza en el corregimiento de Yumbillo, en los cultivos de aromáticas, consiste en el uso de motocultores con arado de discos, vertedera o rastrillo, los cuales no realizan la labranza demasiado profunda, entre los 30 y 40 cm.

La labranza cero consiste en la siembra de las especies a cultivar directamente sobre el suelo (a escasos centímetros de la superficie), puede incluir previamente la limpieza del terreno con herbicidas, sin realizar ningún tipo de preparación, hoyo, adición de insumo o abono que requiera su incorporación en el suelo. Solo en un predio en el que se siembra maíz como cultivo principal se realiza esta práctica.

En la **Tabla 21**, se presentan los tipos de labranza que se utilizan en los cultivos incluidos en el estudio de línea base. Tener en cuenta, para las tablas siguientes, que los números entre paréntesis son la cantidad de predios que presentan la condición.

**Tabla 21.** Tipo de labranza en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Tipo de Labranza (Número de predios)
Aromáticas	Labranza mecanizada liviana (8), labranza mínima (3) y labranza cero (1)
Café	Labranza mínima (10)
Plátano	Labranza mínima (2)
Cítricos	Labranza mínima (2)
Frutales	Labranza mínima (2)
Maíz	Labranza cero (1)

### 6.1.2. Preparación del terreno para la siembra

Las prácticas de preparación del terreno para la siembra en los cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo), son en su orden hoyado (55,17%) y a nivel del suelo (44,83%). En la **Tabla 22** se incluyen la clasificación del sistema de siembra por tipo de cultivo y se explica su alcance en los predios evaluados.

**Tabla 22.** Sistema de siembra en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Sistema de Siembra (Número de predios)
Aromáticas	A nivel del suelo (12)
Café	Hoyado (10)
Plátano	Hoyado (2)
Cítricos	Hoyado (2)
Frutales	Hoyado (2)
Maíz	A nivel del suelo (1)

Posterior a la labranza en los diferentes cultivos se procede a realizar la siembra. En los cultivos de café, plátano, cítricos y frutales la siembra se realiza como se describe a continuación:

- **Hoyado y Siembra:** Para la siembra se hace un hoyo en el suelo a la distancia de siembra definida para cada cultivo, al que se le aplica materia orgánica, cal viva (para desinfección) o cal agrícola (como acondicionador del suelo o fertilizante), posteriormente se deposita en su interior la especie seleccionada y se adiciona suelo para tapar el hoyo (**Figura 21**).

Posterior a la labranza en los cultivos de aromáticas-medicinales y maíz, se procede a realizar un trazado (línea, generalmente), sobre el suelo en el que depositar las semillas (granos o esquejes) de forma manual, debido a las altas pendientes no es posible usar maquinaria. En los predios que poseen acceso a sistemas de riego proceden a instalarlo.



**Figura 21.** Cultivo de café en asocio con frutales sembrado mediante ahoyado en la zona de ladera de la cuenca Yumbo (Yumbo).

### 6.1.3. Manejo de arvenses

El manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Yumbo (municipio Yumbo), se realiza principalmente de forma manual (65,52% de los predios), que abarca el uso de guadañas o herramientas como azadón, machete, entre otros; también se complementa el manejo manual (guadaña, azadón, machete, entre otras), con el uso de herbicidas en zonas específicas del cultivo (31,03% de los predios); solo en el 3,45% de los predios se manejan únicamente con herbicidas. En la **Tabla 23** se presenta la información obtenida de las prácticas desarrolladas para el manejo de las arvenses en los cultivos.

**Tabla 23.** Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Manejo de Arvenses (Número de predios)
Aromáticas	Herbicidas y manual (7), Manual (4), Herbicidas (1)
Café	Manual (9), Herbicidas y manual (1)
Plátano	Manual (2)
Cítricos	Manual (1), Herbicidas y manual (1)
Frutales	Manual (2)
Maíz	Manual (1)

El manejo de las arvenses se puede realizar inicialmente mediante un control total con herbicidas sistémicos (como el glifosato), antes de la plantación y después se hacen controles localizados con herbicidas de contacto o glufosinato de amonio. Se usa el plateo manual y se intercala el uso de guadaña con equipos manuales.

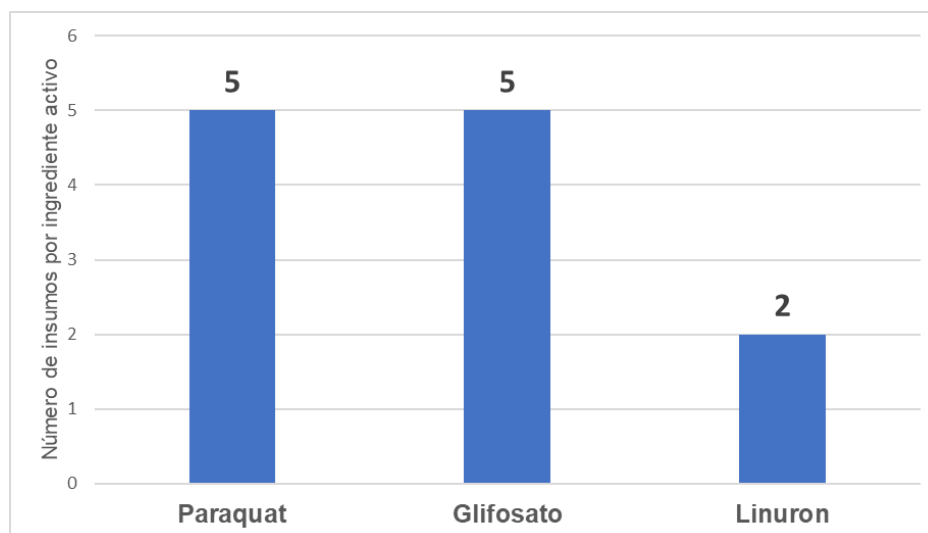
En la **Tabla 24** se presentan los ingredientes activos usados en los predios para el manejo de arvenses; gran parte de los predios no usan ninguno insumo, pero en los que sí, en

especial las aromáticas-medicinales, el principal ingrediente activo es Paraquat, seguido de Glifosato y Linuron; el Glifosato también se usa en algunos predios que cultivan café y cítricos.

**Tabla 24.** Ingredientes activos usados para manejo de arvenses en la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Ingredientes activos usados en el manejo de arvenses (Número de predios)
Aromáticas	Paraquat (5), Ninguno (4), Glifosato (3), Linuron (2)
Café	Ninguno (9), Glifosato (1)
Plátano	Ninguno (2)
Cítricos	Ninguno (1), Glifosato (1)
Frutales	Ninguno (2)
Maíz	Ninguno (1)

En la **Figura 22**, se presentan los ingredientes activos más usados para el manejo de arvenses en los distintos cultivos de la cuenca Yumbo (municipio Yumbo); el Glifosato y Paraquat son los principales ingredientes usados, seguidos del Linuron.



**Figura 22.** Ingredientes activos de los herbicidas para el manejo de arvenses en la cuenca Yumbo (Yumbo).

#### 6.1.4. Sistema de riego

En el 51,72% de los predios de la cuenca Yumbo (municipio Yumbo), se realiza aplicación de agua mediante sistemas de riego con el objetivo de suplir las necesidades hídricas de los cultivos; El 48,28% de los predios no posee sistema de riego, el 41,38% usa aspersión, el 6,90% goteo y el 3,45% microaspersión; estos dos últimos sistemas de riego permiten un uso más eficiente del agua. Los predios que no cuentan con sistemas de riego cultivan generalmente especies que se encuentran adaptadas a los regímenes de precipitaciones



que se presentan en la región, sin embargo, debido al crucial momento que atraviesa el mundo bajo un contexto de cambio y variabilidad climática, en el que las temporadas de altas precipitaciones no se ajustan a los registros históricos tanto en cantidad como en la temporada en que se presentan, los rendimientos esperados podrían verse afectados, así mismo la sostenibilidad y viabilidad económica del cultivo. En la **Tabla 25** se presenta los cultivos, el tipo de riego y el número de predios que lo usan.

**Tabla 25.** Sistema de riego en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Sistema de Riego (Número de predios)
Aromáticas	Aspersión (10), Goteo (1), Microaspersión (1)
Café	No tiene (10)
Plátano	No tiene (2)
Cítricos	Goteo (1), No tiene (1)
Frutales	Aspersión (1), No tiene (1)
Maíz	Aspersión (1)

- **Riego por aspersión:** Se presenta generalmente en el cultivo de aromáticas, maíz y algunos frutales, se utilizan aspersores de baja presión de trabajo y por tanto de un caudal reducido. El riego no se realiza de forma muy tecnificada, cuentan con la tecnología de los aspersores, pero en general no se tiene en cuenta la presión ideal de trabajo, el caudal, el tiempo de riego o la humedad del suelo de forma tecnificada, este último punto se utiliza más como una forma de establecer si ha sido suficiente el agua aplicada de forma visual o tomando un puñado de suelo para verificar la cantidad de agua aplicada.
- **Riego localizado (goteo y microaspersión):** El riego localizado por goteo y microaspersión es el tipo de riego menos utilizado en los cultivos de aromáticas-medicinales, también se utiliza en cultivos de cítricos, especialmente durante la etapa de establecimiento y crecimiento hasta el momento en que entra en producción. Aunque son un sistema muy eficiente, su uso es bajo debido a la alta inversión inicial que se debe realizar para adquirir las mangueras, microaspersores o goteros, así como los sistemas de filtrado y conducción, además, pueden dificultar algunas labores culturales como el manejo manual de arvenses.
- **Sin Riego:** Los cultivos con áreas más extensas en la cuenca Yumbo (municipio Yumbo), como café, plátano, cítricos y frutales no cuentan con sistemas de riego, es mediante las precipitaciones que pretenden suplir los requerimientos hídricos de los cultivos que manejan y, por tanto, su producción depende de la periodicidad de las temporadas de lluvias, que, bajo el contexto actual de cambio y variabilidad climática, es cada vez más errático e impredecible (incluso presentándose en volúmenes muy altos que pueden afectar la floración).

### 6.1.5. Manejo de Plagas y Enfermedades

En general, el manejo de plagas y enfermedades se realiza mediante el uso de agroquímicos, en muchas ocasiones sin un control adecuado, tanto de dosis, mezclas y frecuencias de aplicación, esto genera riesgos de contaminación en trabajadores agrícolas, agricultores, consumidores y al ambiente, en este caso, el recurso suelo. La baja asistencia técnica especializada que se advirtió durante la encuesta a los agricultores de la región, unido a la inexistencia de certificaciones en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), genera posibles riesgos de contaminación del suelo por plaguicidas. El uso de plaguicidas en cultivos de la cuenca Yumbo (municipio Yumbo) se realiza mediante bombas de espalda, en algunos casos manual y en otros con motor.

- **Bombas de espalda:** En los cultivos de aromáticas, tradicionales de café, plátano, cítricos, frutales y maíz aún se aplican plaguicidas con bombas de espalda manuales o de motor que lleva cada trabajador con una mezcla de 20 L, por lo cual, el operario debe realizar recargas continuas hasta finalizar la aplicación en todo el lote. Debido a lo ineficiente de esta forma de aplicación es cada vez menos frecuente.

En la **Tabla 26** se presentan los datos de gestión de plagas en el cruce Yumbo/Yumbo; en el 65,52% de los predios se realiza control químico, en el 31,03% no se realiza ningún tipo de manejo y solo en el 3,45% se realiza un manejo con plaguicidas biológicos a base de preparaciones caseras y microorganismos.

**Tabla 26.** Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

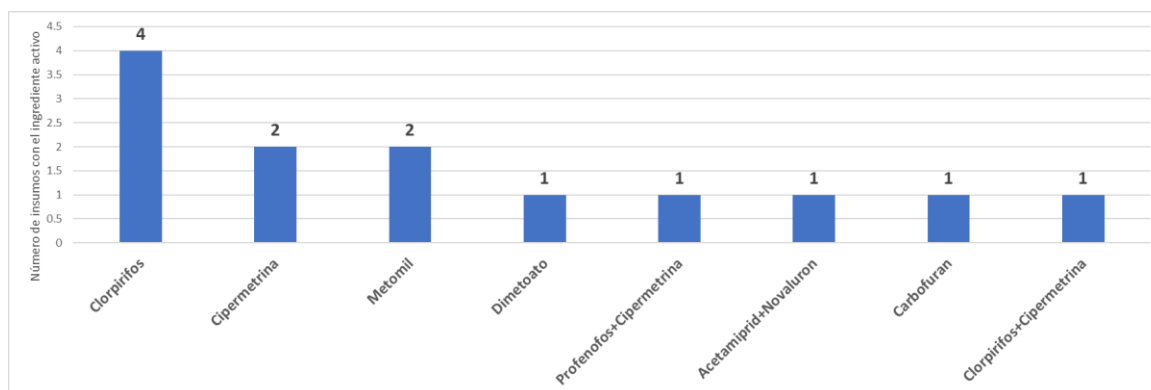
Cultivo	Gestión de Plagas (Número de predios)
Aromáticas	Control químico (11), Plaguicidas biológicos (1)
Café	No realiza (6) Control químico (4)
Plátano	Control químico (1), No realiza (1)
Cítricos	Control químico (1), No realiza (1)
Frutales	Control químico (1), No realiza (1)
Maíz	Control químico (1)

En la **Tabla 27** se presentan los ingredientes activos utilizados en cada cultivo y el número de predios que lo utilizan. Destaca que en el cultivo de aromáticas-medicinales sea en el que más ingredientes activos de insecticidas se utilizan, lo que permite inferir la susceptibilidad de estas plantas a las plagas que se encuentran en la región.

**Tabla 27.** Ingredientes activos insecticidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Ingredientes Activos (Número de predios)
Aromáticas	Cipermetrina (9), Clorpirifos (5), Ninguno (2), Dimetoato (1), Profenofos+Cipermetrina (1)
Café	Ninguno (7), Clorpirifos (2), Acetamiprid+Novaluron (1)
Plátano	Carbofuran (1), Ninguno (1)
Cítricos	Clorpirifos (1), Cipermetrina (1), Metomil (1), Ninguno (1)
Frutales	Metomil (1), Ninguno (1)
Maíz	Cipermetrina (1), Clorpirifos+Cipermetrina (1)

En la **Figura 23** se presentan los ingredientes activos de los insecticidas usados para el manejo de plagas en los cultivos del cruce Yumbo/Yumbo. Destacan principalmente el Clorpirifos (en 4 insecticidas usados en los predios que hicieron parte del estudio), Cipermetrina (2 insecticidas) y Metomil (en 2 insecticidas).



**Figura 23.** Ingredientes activos de insecticidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo).

**Persistencia en el suelo:** El concepto es a menudo relacionado con el tiempo de permanencia de una sustancia química en el ambiente. A mayor tiempo de permanencia, mayor es la persistencia. La vida media ( $DT_{50}$ ) de la sustancia es una medida de su persistencia. La vida media o  $DT_{50}$  de un plaguicida es el tiempo requerido (en días) para convertir el 50% de éste en otra(s) sustancia(s), en cualquiera de las matrices o compartimentos ambientales (agua, aire, suelo, biota). Los datos generados a nivel de condiciones tropicales, donde es probable que la persistencia de los plaguicidas sea menor, son escasos. La información que se mencione al respecto en este documento hace referencia principalmente a la  $DT_{50}$  de suelos aeróbicos a un pH de 7,0, sin embargo, existen algunos rangos de  $DT_{50}$  con valores muy amplios (British Crop Protection Council, 2003) (FOOTPRINT, 2006) (Hansen, O.C., 2004) (FAO, Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia, 2000) (Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton, G.A., & Cairns, J., 2003) (USGS, 2010). La clasificación usada para la persistencia en los suelos se presenta en la **Tabla 28**.

**Tabla 28.** Clasificación de la persistencia en el suelo.

Clase	DT <sub>50</sub> (días)
Extrema	>120
Alta	60-120
Mediana	30-60
Ligera	15-30
No Persistente	<15

Fuente: (IRET, 2022).

En la **Tabla 29** se presenta el listado de los ingredientes activos de insecticidas que reportaron los agricultores. El ingrediente activo más utilizado es Clorpirifos, con una permanencia Extrema a No Permanente en el suelo (es decir, entre menos de 15 días y hasta más de 120 días); por otro lado, entre los ingredientes activos de categoría toxicológica más alta se encuentran Carbofuran, Metomil y la combinación Clorpirifos+Cipermetrina, este último presenta una persistencia en el suelo entre Extrema y Alta (es decir, entre 60 y más de 120 días). Cabe resaltar que el ingrediente activo Carbofuran fue cancelado para venta en Colombia, al menos, desde el 2009, y para el 2014 se canceló completamente su uso y venta en amparo de la resolución del ICA 3497 de 2014, debido a su alta toxicidad. Por lo que la información proporcionada por la comunidad pudo incluir productos de los cuales recuerdan su uso pero que actualmente no se encuentran disponibles comercialmente o lo adquieren mediante la compra a terceros que los compran a países vecinos que aún los comercializan.

**Tabla 29.** Ingredientes activos de los insecticidas utilizados en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).

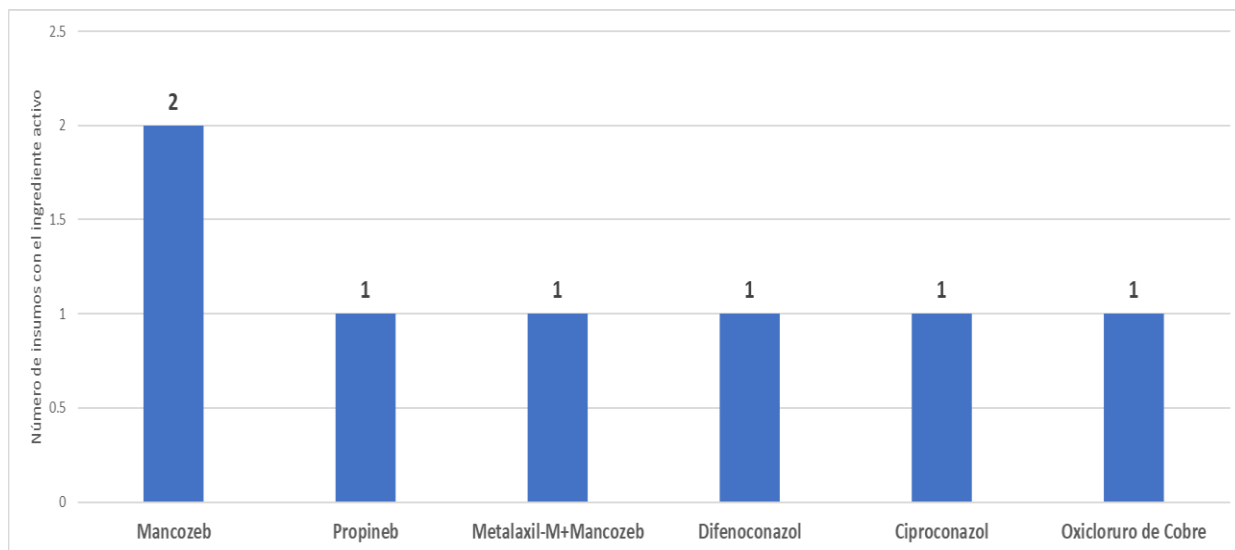
Ingrediente Activo	Número de insumos que lo contienen	Categoría Toxicológica	Persistencia en el suelo
Clorpirifos	4	III-II	Extrema a No Persistente
Cipermetrina	2	II-III	Alta a Mediana
Metomil	2	IB	Ligera a No Persistente
Dimetoato	1	II-III	Ligera a No Persistente
Profenofos+Cipermetrina	1	II-III	No Persistente + Alta a Mediana
Carbofuran	1	I	Mediana a No Persistente
Clorpirifos+Cipermetrina	1	IB	Extrema a No Persistente + Alta a Mediana
Acetamiprid + Novaluron	1	II	No Persistente + Extrema

Por otro lado, en la **Tabla 30**, se presentan los ingredientes activos de los fungicidas utilizados en el cruce Yumbo/Yumbo; nuevamente en el cultivo de aromáticas y medicinales se presenta el mayor uso de ingredientes activos, en el resto de los cultivos el uso de fungicidas es muy bajo. El de mayor uso es el Mancozeb, seguido de Propineb.

**Tabla 30.** Ingredientes activos fungicidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Fungicidas usados (Número de predios)
Aromáticas	Ninguno (7), Mancozeb (4), Propineb (2), Metalaxil-M+Mancozeb (1), Difenoconazol (1)
Café	Ninguno (9), Ciproconazol (1)
Plátano	Ninguno (2)
Cítricos	Oxicloruro de Cobre (1), Ninguno (1)
Frutales	Ninguno (2)
Maíz	Ninguno (1)

En la **Figura 24** se muestra el número de productos que se referenciaron en el levantamiento de información primaria por ingrediente activo; el de mayor cantidad de insumos relacionados al ingrediente activo fue el Mancozeb (dos fungicidas).



**Figura 24.** Ingredientes activos de fungicidas usados en la cuenca Yumbo (Yumbo).

En la **Tabla 31** se muestra la persistencia en el suelo de los fungicidas utilizados, el Mancozeb que es el ingrediente activo más usado y con mayor número de productos comerciales relacionados es No Persistente (es decir, continua en el suelo por menos de 15 días); el de mayor persistencia es el oxicloruro de cobre, el cual obtiene una calificación de Extrema (más de 120 días).

**Tabla 31.** Ingredientes activos de los fungicidas utilizados en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).

Ingrediente Activo	Número de insumos que lo contienen	Categoría Toxicológica	Persistencia en el suelo
Mancozeb	2	III-II	No persistente
Ciproconazol	1	III	Extrema a Mediana
Oxicloruro de Cobre	1	III	Extrema
Difenoconazole	1	III-II	Extrema a Mediana
Propineb	1	III	No Persistente
Metalaxyl M + Mancozeb	1	III	Alta a No Persistente + No Persistente

Con relación al número de aplicación en los diferentes cultivos, en la **Tabla 32**, se destacan las diferencias en la intensidad de aplicación de los plaguicidas agrícolas en cada cultivo evaluado y el número de predios que lo realizan de esa manera. La mayor frecuencia de aplicación se realiza en los cultivos de Aromáticas-Medicinales, que reportan aplicaciones hasta de cuatro veces por mes, aunque la mayor cantidad de predios las realizan 2 veces al mes. Los cultivos que presentan una periodicidad de aplicación más baja son Café, Cítricos y Plátano, lo cual ejerce una presión menor sobre el recurso suelo y un menor riesgo de contaminación

**Tabla 32.** Periodicidad aplicación de plaguicidas en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Periodicidad Uso de Plaguicidas (Número de predios)
Aromáticas	2 veces por mes (6), 1 vez por mes (5), 4 veces por mes (1)
Café	No usa (6), 2 veces por mes (2), 1 vez por mes (1), <1 vez por mes (1)
Plátano	<1 vez por mes (1), No usa (1)
Cítricos	1 vez por mes (1), No usa (1)
Frutales	2 veces por mes (1), No usa (1)
Maíz	2 veces por mes (1)

### 6.1.6. Fertilización

En el proceso de fertilización se utilizan fertilizantes de síntesis química, compuestos o mezclas, materia orgánica y fertilizantes líquidos (de forma foliar o al suelo), que se aplican en su mayoría sin tener en cuenta el uso de análisis de suelos o recomendaciones basadas en estos, lo cual aún no es muy común en el municipio. Para las aplicaciones líquidas usan insumos que ya vienen preparados de esa manera o fertilizantes solubles e insolubles, lo que afecta la eficiencia de la fertilización y exige una continua mezcla en el tanque de aplicación.

Debido al poco uso de los análisis de suelo y la inexistencia de los análisis fisicoquímicos de agua para riego que permitan programar las fertilizaciones, se presenta un riesgo continuo

de desbalance de nutrientes en el perfil del suelo, que pueden afectar no solo la nutrición de la planta sino la estabilidad fisicoquímica del medio edáfico. A continuación, se explican las técnicas de fertilización en cultivos agrícolas.

- **Fertilización edáfica con herramientas manuales:** Este tipo de fertilización es utilizado generalmente en la agricultura tradicional, se emplea abriendo hoyos con un barretón alrededor de cada planta, donde se aplica la mezcla de fertilizante definida para el cultivo; en ocasiones también se aplica de forma superficial, lo que puede generar mayores pérdidas de los nutrientes; es común en los cultivos manejados tradicionalmente, como: café, plátano, cítricos, frutales y en los semi-tecnificados como las aromáticas-medicinales y maíz.
- **Fertilización líquida manual:** Este tipo de fertilización la realizan solo en algunos cultivos como las aromáticas-medicinales. Consiste en utilizar una bomba de espalda (la misma que se utiliza para aplicar los plaguicidas), en donde se mezclan en un tanque los fertilizantes a aplicar, para luego trasvasar parte del volumen a la bomba y enviar al operario/agricultor a cada lote para aplicar a los surcos o directamente a la parte foliar de la planta.

En la **Tabla 33**, se presenta rangos de aplicación de materia orgánica en los predios que hicieron parte del estudio; se observa que son los cultivos de aromáticas-medicinales en los que mayor cantidad de materia orgánica se adicionan. En este mismo sentido, el 34,48% de los predios aplican <1 Ton/ha de materia orgánica, en el 27,59% de los predios se aplica entre 1 y 5 Ton/ha, mientras que en el 20,69% de los predios se aplica entre 5 y 10 Ton/ha, solo en el 3,45% se aplica más de 10 Ton/ha, y en el 13,79% de los predios no se realiza ninguna aplicación.

**Tabla 33.** Aplicación de materia orgánica en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Aplicación Materia Orgánica (Número de predios)
Aromáticas	<1 Ton/ha (4), Entre 1 y 5 Ton/ha (4), Entre 5 y 10 Ton/ha (4)
Café	<1 Ton/ha (3), Entre 1 y 5 Ton/ha (3), Entre 5 y 10 Ton/ha (2), >10 Ton/ha (1), No aplica (1)
Plátano	<1 Ton/ha (1), Entre 1 y 5 Ton/ha (1)
Cítricos	<1 Ton/ha (2)
Frutales	No aplica (2)
Maíz	No aplica (1)

En la **Tabla 34** se menciona el tipo de materia orgánica que se aplica en los cultivos estudiados y el número de predios que la aplican; en las aromáticas-medicinales predomina el uso de gallinaza, igual que en el café. En el 55,17% de los predios se aplica únicamente gallinaza como fuente de materia orgánica, solo en el 10,34% se aplica compostaje, en el 6,90% se aplica Abonissa (un compostaje comercial), el resto de las materias orgánicas equivalen al 3,45%; en el 13,79% no se aplica ningún tipo de materia orgánica.

**Tabla 34.** Tipo de materia orgánica aplicada en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Tipo de Materia Orgánica Aplicada (Número de predios)
Aromáticas	Gallinaza (11), Gallinaza compostada (1)
Café	Gallinaza (4), Compostaje (3), Porquinaza (1), Abonissa (1), No Aplica (1)
Plátano	Gallinaza (1), Bovinaza (1)
Cítricos	Gallinaza y Porquinaza (1), Abonissa (1)
Frutales	No aplica (2)
Maíz	No aplica (1)

En la **Tabla 35** se presenta el tipo de fertilización por cultivo; en el 58,62% de los predios se usa fertilización de síntesis química, el resto de las formas de fertilización se presentan en el 3,45% de los predios; en el 34,48% no se realiza fertilización de ningún tipo.

**Tabla 35.** Tipo de fertilización aplicada en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Tipo de Fertilización (Número de predios)
Aromáticas	Síntesis química (11), Abonos orgánicos sólidos y líquidos (1)
Café	No aplica (5), Síntesis química (4), Síntesis química y abonos orgánicos líquidos (1)
Plátano	No aplica (2)
Cítricos	Síntesis química (1), No aplica (1)
Frutales	Síntesis química (1), No aplica (1)
Maíz	No aplica (1)

En la **Tabla 36** se presentan los principales fertilizantes utilizados por cultivo y el número de predios en los que se utiliza cada uno; en las aromáticas-medicinales destaca principalmente el uso de Urea, Triple 15 y Remital como fertilizantes compuestos, y el uso de Triple Hoja como fertilizante líquido. Igualmente, en el Café destaca la Urea y otros fertilizantes compuestos como Produkafé y Remital.

**Tabla 36.** Fertilizantes aplicados en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Fertilizantes Usados (Número de predios)
Aromáticas	Urea (11), 15-15-15 (4), Triple Hoja (3), Remital (3), 10-30-10 (2), Rebrote (1), Forte 500 (1), Cosmocel (1), Crecer 500 (1), Bokashi (1), Compostaje (1), Super 4 (1), Biofert (1), Té de compostaje (1)
Café	Urea (3), Produkafé (2), Remital (1), Fosforita Huila (1), DAP (1), Cloruro de Potasio (1), Agrimins Total Cafetero (1)
Plátano	No aplica (2)
Cítricos	10-30-10 (1), Remital (1), No aplica (1)
Frutales	15-15-15 (1), No aplica (1)
Maíz	No aplica (1)

En la **Tabla 37**, se incluyen las formas de fertilización (sólida y líquida) en cada uno de los predios y cultivos incluidos en este estudio. Se observa que el 65,52% de los predios realiza de forma manual la fertilización sólida que se hace directamente sobre el suelo (es decir, edáfica), no se utilizan herramientas sofisticadas para esta práctica, lo que también se



traduce en un alto uso de mano de obra; el resto del porcentaje no realiza ningún tipo de fertilización edáfica de forma sólida.

**Tabla 37.** Forma de fertilización en los predios seleccionados de la cuenca Yumbo (Yumbo)

Cultivo	Sólida (Número de predios)	Líquida (Número de predios)
Aromáticas	Manual (12)	No aplica (7), Bomba de espalda (5)
Café	Manual (5), No aplica (5)	No aplica (9), Bomba de espalda (1)
Plátano	No aplica (2)	No aplica (2)
Cítricos	Manual (1), No aplica (1)	No aplica (2)
Frutales	Manual (1), No aplica (1)	No aplica (2)
Maíz	No aplica (1)	No aplica (1)

En cuanto a la fertilización líquida (que puede ser edáfica o foliar), solo el 20,69% de los predios la realizan, utilizando bomba de espalda, que bien puede ser manual o con motor; aunque el uso de fertilizantes líquidos es un proceso de innovación, el uso de la bomba de espalda como forma de aplicación lo hace muy ineficiente por los tiempos de traslado del operario en medio del lote, el bajo volumen de producto que puede transporte y los costos de mano de obra asociados. Se observa esta práctica especialmente en el cultivo de aromáticas-medicinales. Este tipo de fertilización es un complemento muy importante en el plan de manejo del cultivo que evita aplicar una gran cantidad de insumos al suelo, reduciendo los impactos sobre el mismo o sobre el agua que puede drenar hasta niveles de aguas subterráneas o llegar a aguas superficiales que irremediablemente terminarán contaminando ríos y zonas marítimas.

#### 6.1.7. Cosecha

En la zona prevalecen las prácticas manuales de cosecha, en todos los cultivos evaluados, aromáticas-medicinales, café, plátano, cítricos, frutales y maíz. Se requiere un alto uso de mano de obra para llevar a cabo esta labor, en muchas ocasiones trabajadores con conocimiento en el cultivo para evitar la cosecha prematura tal es el caso del café, frutales y aromáticas-medicinales.

#### 6.1.8. Acompañamiento técnico de la producción

En la cuenca Yumbo (municipio Yumbo), el acompañamiento técnico y/o profesional para las actividades productivas agropecuarias es escaso, se desarrolla en ocasiones por la UMATA del municipio, pero dada las limitaciones de personal y recursos, la mayor parte del tiempo se recurre a las recomendaciones realizadas por las casas comerciales y/o la experiencia y el conocimiento empírico. De acuerdo con la información recolectada en campo, no existe el uso de certificaciones en los cultivos en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), ninguno de los predios posee dicha certificación, lo que advierte del bajo control que puede hacerse a los cultivos, principalmente en el área de inocuidad, calidad y manejo ambiental.

De acuerdo con la información obtenida en campo, resumida en la **Tabla 38**, el 37,93% de los predios tienen asistencia técnica, el 24,14% de los predios poseen análisis de suelos y además reciben asistencia técnica, el 6,90% de los predios tiene solo análisis de suelo, pero no posee algún tipo de acompañamiento que le permita hacer un mejor uso de esa información, y solo el 3,45% de los predios posee análisis de suelos y aguas, y, además, posee asistencia técnica regular. El 27,59% de los predios no posee ninguno de estos aspectos técnicos.

**Tabla 38.** Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo)

Cultivo	Nivel Técnico de la Producción (Número de predios)
Aromáticas	Ninguno (5), Análisis de suelos y Asistencia técnica (3), Análisis de suelos (2), Asistencia técnica (1), Análisis de suelos, aguas, asistencia técnica (1)
Café	Asistencia técnica (4), Análisis de suelos y Asistencia técnica (3), Ninguno (3)
Plátano	Asistencia técnica (2)
Cítricos	Análisis de suelos y Asistencia técnica (1), Asistencia técnica (1)
Frutales	Asistencia técnica (2)
Maíz	Asistencia técnica (1)

Por lo anterior, no se generan registros de las prácticas e insumos aplicados en los cultivos y se dificulta establecer la calidad de estos y su efecto sobre el suelo. Este sistema de control técnico y administrativo que desarrolla en todo el país el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), tiene como objetivo asegurar la calidad de los productos cosechados en el campo y que lleguen a los consumidores. Las BPA tienen tres pilares fundamentales, que van desde asegurar la inocuidad del producto para el consumidor, asegurar la salud de los trabajadores en el cultivo y evitar impactos de las prácticas, técnicas y tecnologías del cultivo sobre el ambiente, incluido el suelo.

Esta situación ocasiona inconvenientes en el seguimiento y control (trazabilidad) de los insumos empleados, y que se relacionan con las dosis aplicadas de fertilizantes y agroquímicos al suelo y a los cultivos, manejo de residuos, inocuidad de los alimentos producidos, salud de los trabajadores, entre otros. Lo que finalmente repercute en el bajo nivel de control sobre los impactos generados al suelo y en incentivar la implementación de prácticas agrícolas que lo conserven.

#### 6.1.9. Resumen de prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo

De la **Tabla 39** a la **Tabla 43**, se presenta el resumen de las prácticas agronómicas asociadas con el manejo y uso del suelo para los cultivos agrícolas priorizados en la cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 39.** Resumen prácticas agronómicas zona plana y ligeramente onduladas: monocultivo tecnificado con varios niveles de mecanización (plátano, cacao, cítricos, maracuyá, papaya, producción de hortalizas en invernaderos y casas de malla), cuenca Yumbo (Yumbo).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se realiza mecanizada con tractores desde 60 a 120 C.V., se hace el descepado con rastra pesada y se procede a realizar un subsolado profundo que regularmente alcanza los 60 a 80 cm de profundidad ya que estos suelos tienen tendencia al encharcamiento dada su baja velocidad de infiltración por el tipo de arcillas expandibles que poseen y la presencia excesiva de magnesio en algunas áreas de la zona. La preparación del terreno depende del cultivo a establecer, se hacen drenajes superficiales en cultivos como plátano y cacao y/o camas elevadas o camellones con o sin plástico en cultivos de maracuyá, papaya, tomate y pimentón.
Manejo de arvenses	En general, se realiza control químico de acuerdo con el tipo de arvense existente y a la decisión del asistente técnico con la influencia de las casas comerciales, el criterio es eliminar la competencia hasta que el cultivo se establezca y después hacer controles en la época de lluvias. Se usa una amplia gama de productos entre los que se encuentran los preemergentes, herbicidas de contacto y sistémicos conforme a la situación de las arvenses y el cultivo.
Riego	Se realiza con diferentes métodos entre los que se encuentra el goteo y aspersión.
Uso de plaguicidas	Se realiza con tractor con tanques de 250 litros o con equipos motorizados estacionarios de aplicación manual, algunos tienen fumigadoras acopladas al tractor de 250 litros.
Fertilización	La aplicación de fertilizantes se realiza a través de las bombas motorizadas en “drench” con aplicación manual.
Cosecha	Se hace en forma manual, pero se usa el tractor para recoger la cosecha y transportarla hasta el centro de acopio.

**Tabla 40.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Cultivo asociado Agroforestal (Café + Nogal + Plátano + Cítricos), cuenca Yumbo (Yumbo).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se hace labranza cero o mínima que consiste en despejar el terreno con herbicida y se procede a trazar el lote en curvas de nivel, tresbolillo o cinco de oros, luego se hace directamente el ahoyado haciendo huecos de 40cm x 40 cm x 40 cm y se aplica cal en el hoyo en cantidades cercanas a los 300 gr por sitio. Luego se procede a la siembra.
Manejo de arvenses	Se hace inicialmente un control total con herbicida sistémico tipo glifosato antes de la plantación y después se hacen controles localizados con herbicidas de contacto o con glufosinato de amonio. Se usa el plateo manual y se intercala el uso de guadaña con herramientas manuales.
Riego	En general, y gracias a las altas precipitaciones de la zona y a la presencia de arcillas que retienen la humedad, en estos cultivos no se usa riego.
Uso de plaguicidas	Generalmente no se usan plaguicidas químicos para su producción a menos que sea necesario.
Fertilización	Se aplican fertilizantes compuestos, simples u orgánicos.
Cosecha	Se hace en forma manual.

**Tabla 41.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Monocultivo no mecanizado (café, cítricos o plátano), cuenca Yumbo (Yumbo).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se usa labranza cero o mínima que consiste en despejar el terreno y usar herbicida sistémico tipo glifosato para ese efecto, se procede a trazar el terreno y hacer el hoyado directo sobre el suelo sin preparar, regularmente a 40 x 40 x 40 cm, se aplica cal y materia orgánica, algunos acostumbran a hacer abonado de fondo con un producto tipo 10:30:10.
Manejo de arvenses	Se utiliza en general glufosinato de amonio rotándolo con herbicidas de contacto en las calles y de forma localizada para eliminar arvenses, se hace “plateo” manual que consiste en eliminar especies que crecen en el plato de cada planta y en las calles, se alterna el herbicida con guadaña y herramientas manuales.
Riego	Por lo regular, para asegurar la productividad y calidad de las cosechas, se cuenta con riego por aspersión para estos cultivos, solo algunos cuentan con mangueras de goteo que son complementarios debido a la presencia de lluvias durante buena parte del año.
Uso de plaguicidas	Se usan maquinas manuales y/o motorizadas, aunque las aplicaciones son muy pocas, una vez al mes aproximadamente, dependiendo de los ataques de plagas y enfermedades. Se usan plaguicidas químicos, pero también involucran productos orgánicos y biológicos
Fertilización	Se realiza de forma manual en corona alrededor de cada planta, usando fertilizantes edáficos granulados de lenta liberación. También se usan derivados de la materia orgánica como bioles, compost, bocachi, caldos de microorganismos, gracias al trabajo de las entidades que vienen acompañando estos procesos.
Cosecha	Se hace en forma manual.

**Tabla 42.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Policultivo con tendencia de producción orgánica (aromáticas, condimentarias y medicinales), cuenca Yumbo (Yumbo).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se diseñan lotes pequeños en franjas en contra de la pendiente o en curvas a nivel, se realiza labranza dentro de los lotes bien sea manual con azadón o con motocultor. Se profundiza unos 30 cm y se aplican enmiendas y materia orgánica de diversos orígenes. Para la preparación del terreno, se realizan pequeños camellones o camas para evitar el encharcamiento, otros hacen lotes más grandes y limpios sin coberturas, poniendo en riesgo el suelo al dejarlo expuesto a la acción del agua. Se usan pequeños invernaderos para propagación de las plantas.
Manejo de arvenses	En general se hace en forma manual y/o con azadón dejando completamente limpio el suelo en el pequeño lote de cultivo y en algunas ocasiones se usan plásticos para no permitir el crecimiento de arvenses y evitar el uso de herbicidas.
Riego	Se hace por aspersión en épocas de pocas precipitaciones.
Uso de plaguicidas	Se usan productos biológicos y orgánicos que gracias a la diversidad de cultivos en la misma área en pequeños lotes se genera control biológico natural que se complementa con las plantas repelentes de insectos como ruda, limoncillo, citronela entre otras, y esto evita que se tengan que usar plaguicidas químicos. La forma de aplicación es con bombas manuales y motorizadas de mano.
Fertilización	Se aplica materia orgánica, bioles, cal y en ocasiones microorganismos benéficos.
Cosecha	Se hace en forma manual.

**Tabla 43.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Cultivos Hidropónicos (Hortalizas), cuenca Yumbo (Yumbo).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se despeja el terreno, pero no se hace labranza porque el cultivo no usa el suelo para la producción sino una estructura de tubos de PVC.
Manejo de arvenses	Solo se hace guadañado alrededor de las estructuras de producción, no se usan herbicidas.
Riego	El sistema es en tubos que llevan la solución nutritiva y dentro de estos crecen las raíces sin necesidad de suelo.
Uso de plaguicidas	Es manual y con la aplicación de productos orgánicos y/o biológicos.
Fertilización	La fertilización se realiza mediante la solución nutritiva.
Cosecha	Se hace en forma manual.

#### 6.1.10. Relación entre las prácticas realizadas y la capacidad de uso

En la **Tabla 44** se mencionan las principales limitaciones y usos recomendados para los suelos en los que se encuentran los predios y cultivos que hicieron parte de la evaluación.

**Tabla 44.** Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo)

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
3sc	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las texturas finas y la deficiencia de lluvias durante un semestre, generando condiciones de estrés hídrico.	Según las limitaciones antes mencionadas, las mismas se pueden calificar como moderadas y agrupan tierras con posibilidades de utilización para ganadería y una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semi-intensivo, mediante cultivos transitorios (CTI, CTS) de secano en condiciones húmedas, tales como el maíz y el frijol; como también de cultivos permanentes intensivos y semi-intensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS) como el aguacate y cítricos. Todos ellos bajo un manejo agronómico adecuado de suelos basado en prácticas de subsolado a fin de romper los horizontes compactados, así como el uso de enmiendas para reducir la acidez de los suelos.
4p1	La principal limitante que restringe el uso de los suelos corresponde a la pendiente fuertemente inclinada, que condiciona en gran parte las posibilidades de mecanización sobre estas tierras con tipos de cultivos limpios.	De acuerdo a la limitación antes mencionada, la misma se puede calificar como fuerte, y restringe las posibilidades de utilización para una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semi-intensivo, mediante cultivos semipermanentes y permanentes intensivos y semi-intensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS), tales como plátano, aguacate y cítricos, como también en actividades agrosilvícolas (AGS) bajo cultivos

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
		semipermanentes y permanentes asociados con especies arbóreas, como café-guamo, plátano-guamo y cacao en condiciones húmedas. Todos ellos bajo el piso climático correspondiente, con un manejo agronómico basado en mínima labranza de los suelos y sembrados en curvas de nivel.
4p2	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas y los procesos de remoción en masa.	Según las limitaciones antes mencionadas, se pueden calificar como fuertes, y restringen las posibilidades de utilización a una baja gama de cultivos, y de prácticas de mecanización, lo que las hace aptas para las actividades agrosilvícolas (AGS), con cultivos semipermanentes y permanentes asociados con especies arbóreas, como café-guamo o plátano-guamo, a fin de reducir los procesos de remoción en masa. Todos ellos condicionados a la aptitud de los cultivos por tipo de piso climático y el uso de mínima labranza en el manejo agronómico de los cultivos recomendados.
4pes	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las fuertes pendientes, los procesos erosivos en grado moderado y la poca profundidad efectiva debido a la presencia de horizontes compactados y fragmentos de roca.	Son tierras aptas para cultivos transitorios y semipermanentes, pastos mejorados teniendo en cuenta rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, siembras en curvas a nivel, control de los procesos de erosión con reforestación, revegetalización, mantenimiento de la cobertura vegetal, evitar la sobrecarga de potreros, el sobrepastoreo y protección de los drenajes naturales. Aplicación de fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos.
4ps	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas, relación calcio/magnesio invertida, profundidad efectiva superficial, presencia de fragmentos de roca en el suelo; en menor grado deficiencia de lluvias en un semestre y pedregosidad superficial y baja permeabilidad.	Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, sistemas agroforestales y plantaciones forestales. Se recomiendan prácticas de manejo como siembras en curvas a nivel, evitar la sobrecarga de ganado y el sobrepastoreo, mantener una buena cobertura vegetal, suministro de riego complementario, aplicar abonos orgánicos, fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos según análisis de los suelos.
6p1	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y en menor grado pedregosidad superficial y susceptibilidad a los movimientos en masa.	El uso recomendado para estas tierras es el establecimiento de sistemas que involucren el desarrollo asociado de actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes), forestales y ganaderas (semi-intensiva).

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
6ps1	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, alta saturación de aluminio, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, profundidad efectiva muy superficial y altos contenidos de sodio.	Son aptas para cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles.
6s1	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial y superficial, presencia de abundantes fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial.	El uso recomendado corresponde a cultivos semi perennes o perennes, semi intensivos e intensivos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se evita el sobrepastoreo y se realiza buen manejo de los potreros. Las prácticas de conservación del recurso suelo deben ser mayores para evitar el aumento de la erosión ligera que se presenta en la unidad, en especial en los sectores con pendientes fuertemente inclinadas.
7p1	Las limitaciones y restricciones de uso de estas tierras se deben a las pendientes moderadamente escarpadas y en menor grado susceptibilidad a la erosión.	El uso recomendado es la conservación y preservación de los recursos naturales con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por la erosión ligera e implementación de esquemas de protección de los recursos hídricos.
7p2	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado pedregosidad superficial en algunos sectores y erosión en grado moderado.	Estas tierras tienen aptitud para conservación de la vegetación natural y vida silvestre; requieren programas de reforestación en las áreas desprovistas de vegetación arbórea. Los usos recomendados son los sistemas forestales de protección en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de erosión, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
7s	Presenta serias limitaciones para uso agropecuario, debido principalmente a los abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y en superficie, la profundidad efectiva muy superficial; en menor proporción erosión moderada; tales condiciones dificultan e impiden el normal	Los usos recomendados para estas tierras corresponden a la implementación de cultivos agroforestales y planes forestales de protección y conservación de los recursos naturales existentes, en áreas erosionadas mantener el suelo con cobertura permanente e incentivar el ecoturismo dado la riqueza de paisaje de la región.

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
	desarrollo de actividades agropecuarias.	
8p1	Estas tierras tienen limitaciones severas por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y afloramientos rocosos en sectores; en menor grado y no menos importantes lluvias excesivas y de gran intensidad, alta saturación de aluminio, fertilidad baja y en algunos suelos presencia de fragmentos de roca dentro del perfil que limitan la profundidad efectiva.	Se requiere conservar los bosques naturales con el fin de proteger los suelos, el agua, la fauna y la vida silvestre. Se recomienda proteger las áreas con susceptibilidad a erosión, permitiendo la regeneración de la vegetación intervenida, manteniendo la cobertura, construyendo acequias para el manejo adecuado de las aguas de escorrentía y evitando la tala indiscriminada de los bosques.
8ps1	Presenta limitaciones por pendiente fuertemente escarpada y suelos, asociada a otras limitantes como: clima (escasa y/o excesiva distribución de lluvias, temperaturas muy bajas) y poca profundidad efectiva.	De acuerdo con las limitaciones tan severas que presentan, las tierras de estas unidades no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, en consecuencia, deben dedicarse a la conservación y protección de los bosques y la reforestación con especies que se adapten a las diferentes condiciones climáticas
8s1	La principal limitante para el uso de estas tierras es la poca profundidad efectiva (superficial y muy superficial), baja fertilidad; en menor afectación en algunos sectores se presentan pendientes moderadamente escarpadas, susceptibilidad a movimientos en masa, inundaciones, encharcamientos y pedregosidad superficial.	Las tierras presentes en esta subclase en los climas extremadamente frío, húmedo y muy húmedo y muy frío, muy húmedo se deben dedicar a la conservación y recuperación de los recursos naturales por su importancia como fuente muy importante de abastecimiento de recurso hídrico. En el clima cálido muy húmedo, estas tierras no tienen aptitud agropecuaria, se deben conservar como áreas de manejo especial para la protección de los manglares y demás especies forestales.
8s2	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial debido a la presencia de muy abundantes fragmentos de roca tipo cascajo, piedra y pedregón en el perfil en más del 90%, en menor grado de afectación las pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas, déficit de lluvias, presencia de erosión en grado moderado y severo, alta a muy alta saturación de aluminio y relación calcio/magnesio invertida en los primeros 50 cm.	Se requiere de un manejo adecuado para la recuperación y protección de los suelos erosionados estabilizando los procesos erosivos mediante la reforestación, la regeneración de la vegetación natural, evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de los potreros, establecer barreras vivas y/o barreras muertas, mantener cobertura vegetal, realizar sistemas de terrazas para evitar la erosión y propiciar el desarrollo de las especies vegetales.
Cka	Texturas moderadamente gruesas. Baja precipitación pluvial.	Agricultura con cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería intensiva. Prácticas de manejo: Labranza mínima, riego por goteo, fertilización acorde con el cultivo.



UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
RTar	Presentan moderadas limitaciones para la agricultura y la ganadería debido a las texturas finas y por el nivel freático, moderadamente drenados, moderadamente alcalinos, fertilidad muy alta. Retienen moderados contenidos de humedad para las plantas debido a la moderada cantidad de microporos, el suelo no ofrece un suministro adecuado de oxígeno para las plantas. El índice de plasticidad es moderado e indica que el suelo presenta riesgo moderado de deterioro en sus condiciones físicas por el laboreo.	Se recomienda el uso en agricultura con cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y ganadería intensiva o semi-intensiva. Riego por superficie. Laboreo del suelo en adecuados en adecuados estados de humedad. Fertilización acorde con el cultivo.

En la **Tabla 45** se presentan las principales características de los predios que hicieron parte del estudio, enfocadas en la capacidad de uso (UCS), provincia de humedad y orden de suelo. En cuanto a la UCS, en los puntos seleccionados predomina la unidad 6p1 con 37,93%; la unidad 4p1 es la siguiente capacidad de uso con mayor representación en los puntos donde se levantó la información primaria con un 24,14%; la siguiente UCS con mayor representación en el levantamiento de información primaria es 8s1 con un 17,24% de los predios; el 6,90% de los predios de los que se obtuvo la información primaria se encuentran en la UCS 4ps; y por último se encuentran las unidades 7p1, 3sc, RTar y CKa, cada una con el 3,45% de los predios donde se levantó la información primaria.

**Tabla 45.** Principales características puntos levantamiento información primaria en Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración Propia.

Código	Corregimiento	Cultivo	UCS	Provincia de Humedad	Orden de Suelo
PYUM01	Santa Inés	Aguacate	8s1	Muy Seca	Entisoles
PYUM02	Santa Inés	Café	8s1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM03	Santa Inés	Café	4ps	Muy Seca	Entisoles
PYUM04	Santa Inés	Café	6p1	Muy Seca	Entisoles
PYUM05	Santa Inés	Café	4ps	Húmeda	Inceptisoles
PYUM06	Mulaló	Cacao	RTar	Seca	Molisoles
PYUM07	Mulaló	Plátano	CKa	Seca	Inceptisoles
PYUM08	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Muy Seca	Entisoles
PYUM09	Yumbillo	Aromáticas	4p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM10	Yumbillo	Aromáticas	4p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM11	Yumbillo	Aromáticas	4p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM12	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM13	Yumbillo	Café	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM14	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM15	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM16	Yumbillo	Aromáticas	4p1	Húmeda	Inceptisoles

Código	Corregimiento	Cultivo	UCS	Provincia de Humedad	Orden de Suelo
PYUM17	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM18	Yumbillo	Aromáticas	7p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM19	Dapa	Aromáticas	4p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM20	Santa Inés	Café	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM21	Santa Inés	Café	8s1	Muy Seca	Entisoles
PYUM22	Yumbillo	Aromáticas	4p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM23	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM24	Yumbillo	Aromáticas	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM25	La Buitrera	Café	8s1	Muy Seca	Entisoles
PYUM26	La Buitrera	Café	4p1	Muy Seca	Entisoles
PYUM27	La Buitrera	Plátano	6p1	Húmeda	Inceptisoles
PYUM28	La Buitrera	Cítricos	8s1	Muy Seca	Entisoles
PYUM29	La Buitrera	Frutales	3sc	Muy Seca	Entisoles

En este sentido, considerando la información de la clase de tierras, las limitaciones, usos recomendados y los cultivos establecidos actualmente, se generó la **Tabla 46**, en la cual se observa una calificación sobre la compatibilidad del uso recomendado para cada área en la que se encuentran los predios que hicieron parte del estudio y el uso actual, el cual se dividió en tres: a) Acorde: para aquellos predios entre los que su uso recomendado y actual son similares o compatibles; b) Parcialmente acorde: para aquellos predios en que el uso actual abarca algunas pero no todas las consideraciones del uso recomendado; y c) Poco acorde: para aquellos predios en los que el uso actual se aleja lo suficiente del uso recomendado. En este sentido, los predios evaluados en el cruce Yumbo/Yumbo, presentaron en un 37,93% una calificación de “Poco acorde”, seguida de un 34,46% de predios que obtuvieron una calificación de “Acorde”, y, por último, en un 27,59% de los predios se presentó una calificación “Parcialmente acorde”.

**Tabla 46.** Calificación uso recomendado Vs actual en los puntos levantamiento información primaria en Yumbo (Yumbo). Fuente: Elaboración Propia.

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
PYUM01	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Cítricos	Poco acorde
PYUM02	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PYUM03	4ps	Ganadería extensiva (pastos introducidos), sistemas agroforestales y plantaciones forestales	Café	Acorde
PYUM04	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Café	Acorde
PYUM05	4ps	Ganadería extensiva (pastos introducidos), sistemas agroforestales y plantaciones forestales	Café	Acorde
PYUM06	RTar	Cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y ganadería intensiva o semi-intensiva	Frutales (Cacao)	Acorde

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
PYUM07	CKa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería intensiva	Plátano	Acorde
PYUM08	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Tomillo)	Parcialmente acorde
PYUM09	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	Poco acorde
PYUM10	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Aromáticas	Poco acorde
PYUM11	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Aromáticas	Poco acorde
PYUM12	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Tomillo)	Parcialmente acorde
PYUM13	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Café	Acorde
PYUM14	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Tomillo)	Parcialmente acorde
PYUM15	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Tomillo)	Parcialmente acorde
PYUM16	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	Poco acorde
PYUM17	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Tomillo)	Parcialmente acorde
PYUM18	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PYUM19	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Maíz	Parcialmente acorde
PYUM20	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Café	Acorde
PYUM21	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PYUM22	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Aromáticas (Tomillo)	Poco acorde

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
PYUM23	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Romero)	Parcialmente acorde
PYUM24	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Aromáticas (Tomillo)	Parcialmente acorde
PYUM25	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PYUM26	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Café	Acorde
PYUM27	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Plátano	Acorde
PYUM28	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Cítricos	Poco acorde
PYUM29	3sc	Ganadería y cultivos como maíz, frijol; cultivos permanentes intensivos y semi-intensivos como el aguacate y cítricos	Frutales	Acorde

En este sentido, los predios calificados como “Poco acorde” poseen una brecha más grande entre el uso recomendado y el actual, por tanto, deberían implementar programas de reconversión de mayor impacto que pueden implicar altos costos y una transformación sustancial de los sistemas productivos que manejan. Los predios calificados como “Parcialmente acordes”, si bien poseen algunas características que los relacionan con el uso recomendado, también deberían implementar programas de reconversión, aunque, en principio, con un costo menor a los que se encuentran calificados como “Poco acorde”, la transformación del agroecosistema también podría ser sustancial, especialmente en el caso de las aromáticas-medicinales, pues se deberían establecer cultivos de mayor porte que acompañen a estas plantas para conservar la calidad del suelo. En cuanto a los predios calificados como “Acorde”, es importante realizar monitoreos periódicos y realizar inversiones que permitan que el agroecosistema se mantenga dentro de los parámetros estipulados para el correcto manejo del suelo, aunque estas inversiones en todo caso serán menores que en los casos de predios con las otras dos calificaciones.

### 6.3 CAMPAÑA DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO

En los predios priorizados (cultivos) en la cuenca Yumbo (municipio Yumbo), se adelantaron campañas de levantamiento de información primaria, entre las que se incluyó muestreo de suelos, con el fin de establecer las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas, se obtuvieron 29 muestras de suelo disturbado (una por predio) y 58 muestras de suelo no disturbado (cilindro biselado, dos por predio) para análisis físico; en 26 de los predios se tomaron muestras de agua para análisis químico (**Tabla 47**).

El 48,28% de los predios se ubicaron en el corregimiento de Yumbillo, en Santa Inés el 24,14%, en La Buitrera el 17,24%, en Mulaló se obtuvo el 6,90%, mientras que en el corregimiento de Dapa el 3,45%. Por otro lado, el cultivo con más representación fueron las aromáticas (tomillo y hierbabuena especialmente), en un 48,28% de los predios, el café con 31,03% de los predios incluidos, seguido del plátano con 6,90%, mientras que los cultivos de frutales (aguacate, cacao, entre otros) y cítricos representaron cada uno el 3,45% de la información.

**Tabla 47.** Datos puntos de levantamiento de información primaria en el cruce cuenca/municipio de Yumbo/Yumbo. Fuente: Elaboración Propia.

CODIGO	CULTIVO	CORREGIMIENTO	Latitud	Longitud	Muestra Agua
PYUM01	Cítricos	Santa Inés	3,614921	-76,526337	Sí
PYUM02	Café	Santa Inés	3,628942	-76,533766	Sí
PYUM03	Café	Santa Inés	3,634306	-76,526769	Sí
PYUM04	Café	Santa Inés	3,628351	-76,516522	Sí
PYUM05	Café	Santa Inés	3,632248	-76,550465	Sí
PYUM06	Frutales (Cacao)	Mulaló	3,580197	-76,476961	Sí
PYUM07	Plátano	Mulaló	3,599246	-76,457272	Sí
PYUM08	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,589831	-76,547793	Sí
PYUM09	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	Yumbillo	3,596992	-76,558681	Sí
PYUM10	Aromáticas	Yumbillo	3,602500	-76,556944	Sí
PYUM11	Aromáticas	Yumbillo	3,606666	-76,557777	Sí
PYUM12	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,601094	-76,554840	Sí
PYUM13	Café	Yumbillo	3,593884	-76,559299	Sí
PYUM14	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,599718	-76,553933	Sí
PYUM15	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,602984	-76,554184	Sí
PYUM16	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	Yumbillo	3,606944	-76,554999	Sí
PYUM17	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,603414	-76,553270	Sí
PYUM18	Café	Yumbillo	3,601691	-76,559016	Sí
PYUM19	Maíz	Dapa	3,601111	-76,558681	Sí
PYUM20	Café	Santa Inés	3,624515	-76,544198	Sí
PYUM21	Café	Santa Inés	3,629138	-76,532685	Sí
PYUM22	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,601057	-76,558255	Sí
PYUM23	Aromáticas (Romero)	Yumbillo	3,592658	-76,555741	Sí
PYUM24	Aromáticas (Tomillo)	Yumbillo	3,586035	-76,557924	Sí
PYUM25	Café	La Buitrera	3,574593	-76,531056	NO
PYUM26	Café	La Buitrera	3,572846	-76,534883	Sí
PYUM27	Plátano	La Buitrera	3,575631	-76,535562	NO
PYUM28	Cítricos	La Buitrera	3,584814	-76,530114	NO
PYUM29	Frutales	La Buitrera	3,590769	-76,518304	Sí

En la **Figura 25** se presentan algunas imágenes durante el levantamiento de información en el cruce Yumbo/Yumbo.



**Figura 25.** Levantamiento información primaria cruce Yumbo/Yumbo.

## 6.4 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO

### 6.4.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

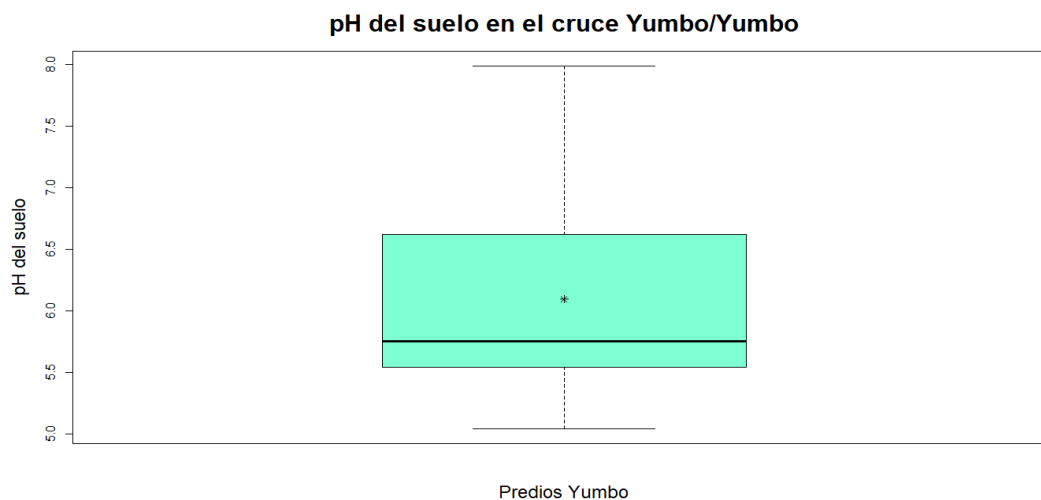
En la **Tabla 48** se observan los resultados del análisis de suelo para la variable pH y su interpretación; en el 34,48% de los predios se presentó un pH Neutro (6.5-7.3), en el 31,03% Moderadamente Ácido (5.5-6.0), en el 24,14% Fuertemente Ácido (5.0-5.5), en 6,90% Ligeramente Ácido (6.0-6.5) y en el 3,45% Alcalino (7.4-8.0).

**Tabla 48.** pH e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Cultivo	pH	Interpretación pH
PYUM-01	Cítricos	6.96	Neutro
PYUM-02	Café	6.50	Neutro
PYUM-03	Café	5.04	Fuertemente Ácido
PYUM-04	Café	5.66	Moderadamente Ácido
PYUM-05	Café	5.04	Fuertemente Ácido
PYUM-06	Frutales (Cacao)	7.99	Alcalino
PYUM-07	Plátano	6.91	Neutro
PYUM-08	Aromáticas (Tomillo)	7.11	Neutro
PYUM-09	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	6.62	Neutro
PYUM-10	Aromáticas	5.68	Moderadamente Ácido
PYUM-11	Aromáticas	5.25	Fuertemente Ácido
PYUM-12	Aromáticas (Tomillo)	5.57	Moderadamente Ácido
PYUM-13	Café	5.36	Fuertemente Ácido
PYUM-14	Aromáticas (Tomillo)	5.43	Fuertemente Ácido
PYUM-15	Aromáticas (Tomillo)	5.56	Moderadamente Ácido
PYUM-16	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	6.25	Ligeramente Ácido
PYUM-17	Aromáticas (Tomillo)	5.12	Fuertemente Ácido
PYUM-18	Café	5.66	Moderadamente Ácido

Código	Cultivo	pH	Interpretación pH
PYUM-19	Maíz	7.29	Neutro
PYUM-20	Café	5.88	Moderadamente Ácido
PYUM-21	Café	5.70	Moderadamente Ácido
PYUM-22	Aromáticas (Tomillo)	5.75	Moderadamente Ácido
PYUM-23	Aromáticas (Romero)	7.09	Neutro
PYUM-24	Aromáticas (Tomillo)	6.55	Neutro
PYUM-25	Café	5.54	Moderadamente Ácido
PYUM-26	Café	5.3	Fuertemente Ácido
PYUM-27	Plátano	6.58	Neutro
PYUM-28	Cítricos	6.08	Ligeramente Ácido
PYUM-29	Frutales	7.24	Neutro

En la **Figura 26** se presenta el pH de forma general en la cuenca Yumbo (municipio Yumbo), y en la **Tabla 49** se muestran algunas estadísticas descriptivas; destaca la que la media fue un pH de 6,09, donde el valor mínimo fue de 5,04 y el máximo de 7,99.

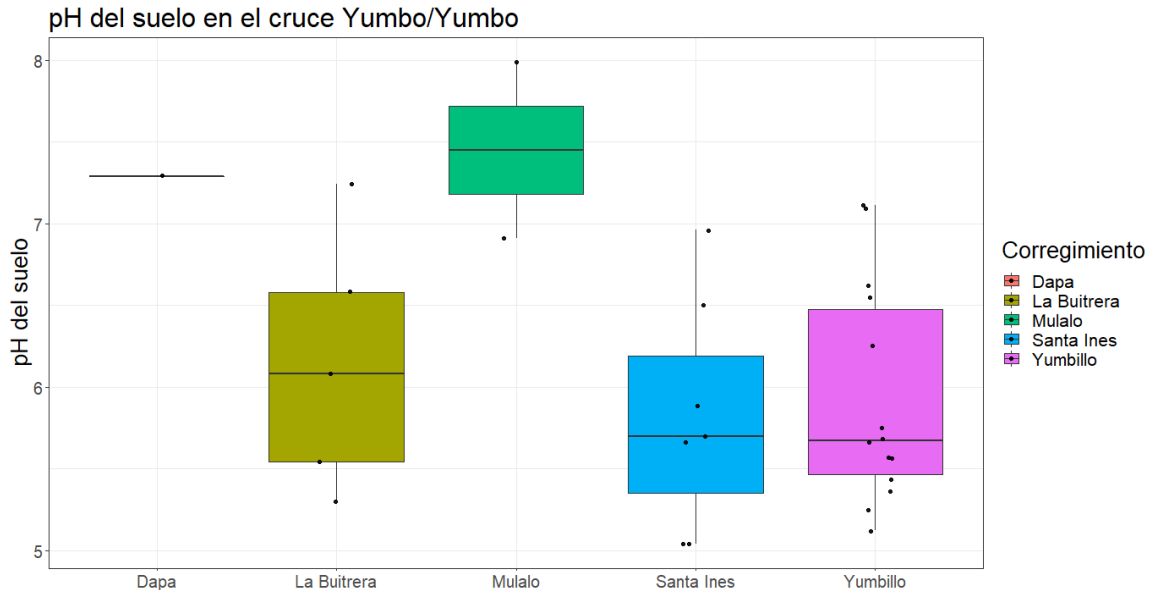


**Figura 26.** Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 49.** pH del suelo en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

pH del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
5.04	7.99	6.09	5.75	0.80

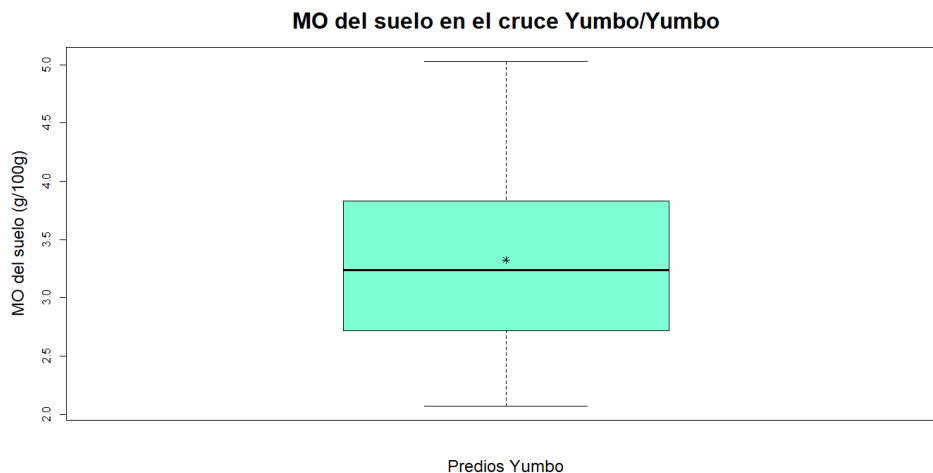
Por otro lado, en la **Figura 27**, se presentan los datos de pH, esta vez por corregimiento, destaca que los valores más altos se presentaron en el corregimiento de Mulaló, en la zona plana del municipio de Yumbo, mientras que el promedio más bajo se presentó en el corregimiento de Santa Inés.



**Figura 27.** Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

#### 6.4.2. Materia Orgánica del suelo (MO)

En la **Tabla 50** se presentan los resultados de la materia orgánica del suelo (MO) y su interpretación; en el 55,17% de los predios se obtuvieron contenidos Medios de MO (3-5 g/100g), mientras que en el 41,38% los contenidos fueron Bajos (<3 g/100g), solo en el 3,45% de los predios se alcanzaron contenidos Altos (>5 g/100g). En la **Figura 28** se muestran los contenidos de MO de manera general en la cuenca Yumbo (Yumbo), de acuerdo con los predios evaluados.



**Figura 28.** Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).



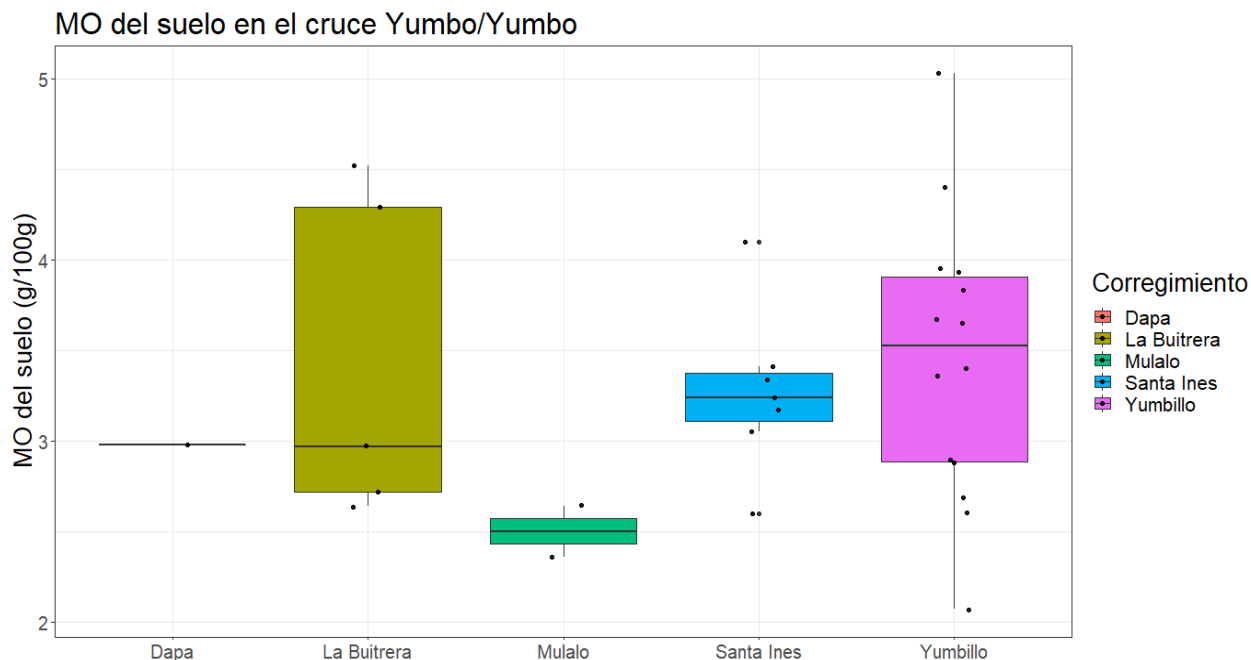
**Tabla 50.** MO e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	MO (g/100g)	Interpretación MO
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	3.17	Medio
PYUM-02	Santa Inés	Café	3.34	Medio
PYUM-03	Santa Inés	Café	4.10	Medio
PYUM-04	Santa Inés	Café	3.05	Medio
PYUM-05	Santa Inés	Café	2.60	Bajo
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	2.64	Bajo
PYUM-07	Mulaló	Plátano	2.36	Bajo
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.90	Bajo
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	3.36	Medio
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	3.95	Medio
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	5.03	Alto
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.60	Bajo
PYUM-13	Yumbillo	Café	3.67	Medio
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	3.93	Medio
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.07	Bajo
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	2.88	Bajo
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	3.40	Medio
PYUM-18	Yumbillo	Café	4.40	Medio
PYUM-19	Dapa	Maíz	2.98	Bajo
PYUM-20	Santa Inés	Café	3.24	Medio
PYUM-21	Santa Inés	Café	3.41	Medio
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	3.83	Medio
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	2.69	Bajo
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	3.65	Medio
PYUM-25	La Buitrera	Café	4.52	Medio
PYUM-26	La Buitrera	Café	4.29	Medio
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	2.97	Bajo
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	2.64	Bajo
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	2.72	Bajo

En la **Tabla 51** se muestran algunas estadísticas descriptivas; destaca que la media fue de 3,32 g/100g, el valor mínimo fue de 2,07 g/100g y el máximo de 5,03 g/100g. Por otro lado, en la **Figura 29**, se presentan los datos obtenidos de MO por corregimiento, destaca que el valor promedio más alto se presentó en el corregimiento de Yumbillo (3,45 g/100g), mientras que el promedio más bajo se obtuvo en el corregimiento de Mulaló (2,50 g/100g), en la zona plana del municipio.

**Tabla 51.** MO del suelo en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

MO (g/100g) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
2.07	5.03	3.32	3.24	0.71



**Figura 29.** Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

#### 6.4.3. Bases Intercambiables del Suelo (Ca, Mg y K) y CICE

- **Calcio (Ca).**

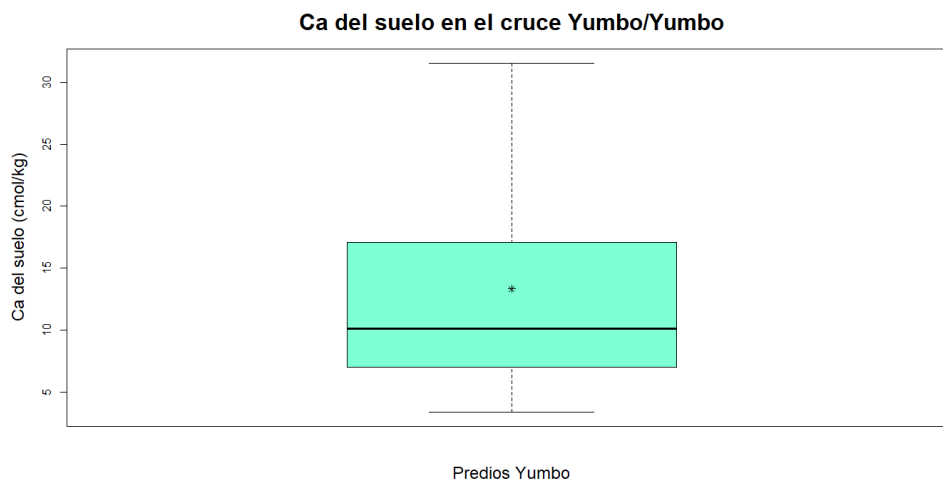
En la **Tabla 52** se muestran los contenidos de Calcio obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 82,76% de los predios se presentaron Altos contenidos de Ca (>6 cmol/kg), mientras que en el 17,24% de los predios los contenidos fueron Medios (3-6 cmol/kg).

**Tabla 52.** Contenidos de Ca e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Calcio (cmol/kg)	Interpretación Ca
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	29.51	Alto
PYUM-02	Santa Inés	Café	31.03	Alto
PYUM-03	Santa Inés	Café	5.07	Medio
PYUM-04	Santa Inés	Café	18.81	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	5.39	Medio
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	26.2	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	13.81	Alto
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	31.55	Alto
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	13.66	Alto
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	8.26	Alto
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	3.52	Medio
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	7.87	Alto
PYUM-13	Yumbillo	Café	6.16	Alto
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	6.05	Alto
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	10.51	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Calcio (cmol/kg)	Interpretación Ca
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	10.04	Alto
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	3.39	Medio
PYUM-18	Yumbillo	Café	8.13	Alto
PYUM-19	Dapa	Maíz	13.78	Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	7.04	Alto
PYUM-21	Santa Inés	Café	10.11	Alto
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	9.4	Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	16.57	Alto
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	15.61	Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	7.27	Alto
PYUM-26	La Buitrera	Café	4.8	Medio
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	21.98	Alto
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	17.09	Alto
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	24.08	Alto

En la **Figura 30** se muestra de manera generalizada los contenidos de Ca, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 53** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 13,33 cmol/kg, con un mínimo de 3,39 cmol/kg y un máximo de 31,55 cmol/kg.

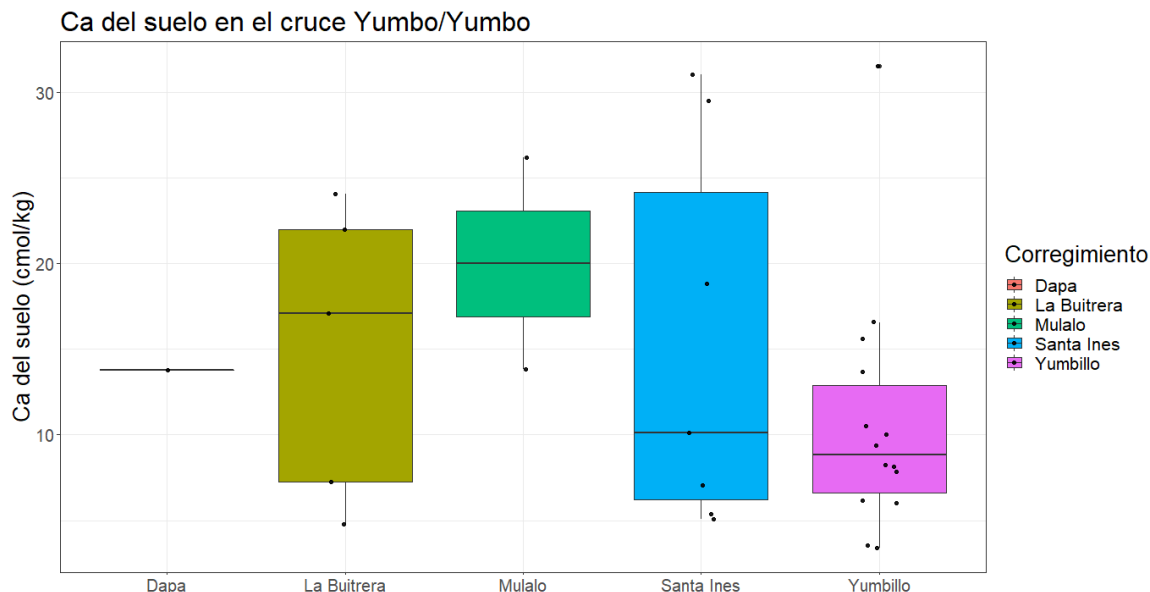


**Figura 30.** Contenidos de Calcio (Ca), en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 53.** Contenidos de Ca en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Ca (cmol/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
3.39	31.55	13.33	10.11	8.52

En la **Figura 31**, se muestran los contenidos de Ca por corregimiento, destaca que se presenta una alta variación en los datos de cada corregimiento; en el corregimiento de Mulaló se presentó el contenido de Ca promedio más alto (20,01 cmol/kg), y en el corregimiento Yumbillo el contenido de Ca promedio más bajo (10,77 cmol/kg).



**Figura 31.** Contenidos de Ca en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Magnesio (Mg).**

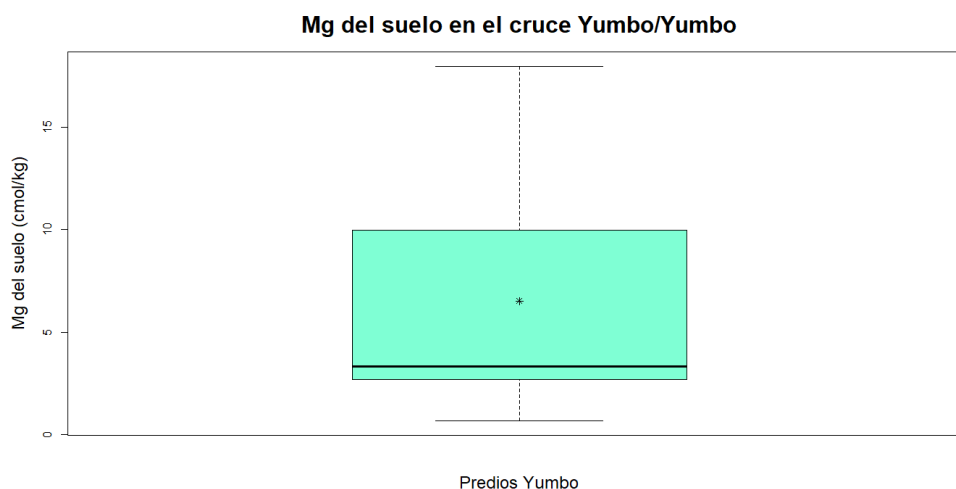
En la **Tabla 54** se muestran los contenidos de Mg obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 82,76% de los predios se presentaron Altos contenidos de Mg (>2,5 cmol/kg), mientras que en el 13,79% de los predios los contenidos fueron Medios (1,5-2,5 cmol/kg), solo en el 3,45% de los predios los contenidos fueron Bajos (<1,5 cmol/kg).

**Tabla 54.** Contenidos de Mg e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Magnesio (cmol/kg)	Interpretación Mg
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	15.18	Alto
PYUM-02	Santa Inés	Café	15.63	Alto
PYUM-03	Santa Inés	Café	2.68	Alto
PYUM-04	Santa Inés	Café	14.38	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	2.09	Medio
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	8.81	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	4.93	Alto
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	18	Alto
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	2.64	Alto
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	2.78	Alto
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	0.66	Bajo
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	3.03	Alto
PYUM-13	Yumbillo	Café	2.41	Medio
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.54	Alto
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	7.63	Alto
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	2.8	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Magnesio (cmol/kg)	Interpretación Mg
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.76	Medio
PYUM-18	Yumbillo	Café	5.9	Alto
PYUM-19	Dapa	Maíz	3.32	Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	3.1	Alto
PYUM-21	Santa Inés	Café	11.33	Alto
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.48	Medio
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	9.73	Alto
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	6.4	Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	2.67	Alto
PYUM-26	La Buitrera	Café	3.09	Alto
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	11.06	Alto
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	12.08	Alto
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	9.99	Alto

En la **Figura 32** se muestra de manera generalizada los contenidos de Mg, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 55** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 6,52 cmol/kg, con un mínimo de 0,66 cmol/kg y un máximo de 18,00 cmol/kg.



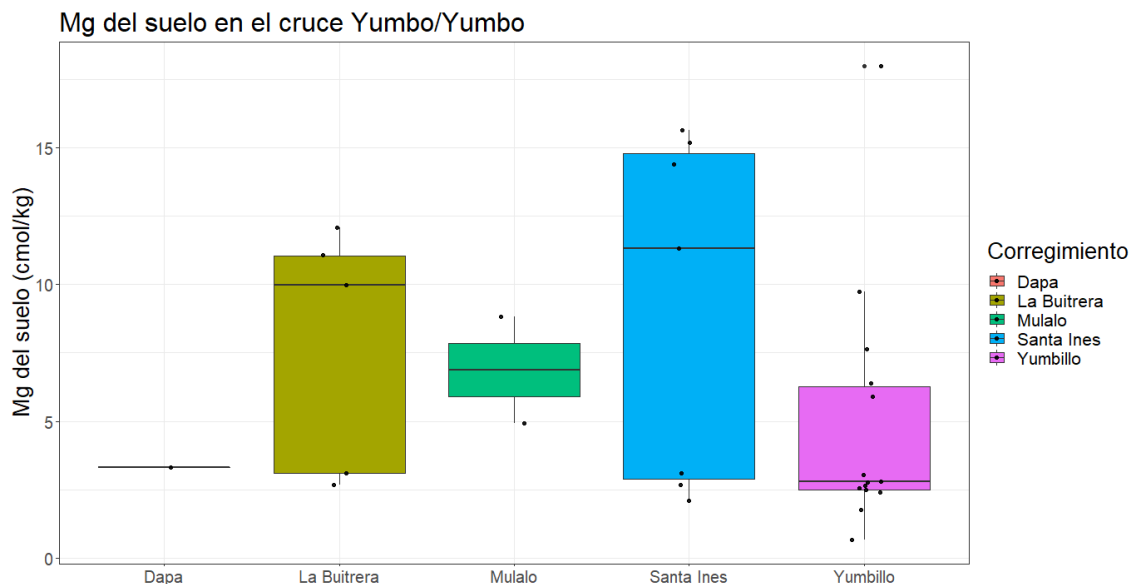
**Figura 32.** Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 55.** Contenidos de Mg en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Mg (cmol/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.66	18.00	6.52	3.32	5.01

En la **Figura 33**, se muestran los contenidos de Mg por corregimiento, destaca la alta variabilidad de los datos en los corregimientos La Buitrera y Santa Inés; en el corregimiento

de Santa Inés se presentó el contenido de Mg promedio más alto (9,20 cmol/kg), y en el corregimiento Dapa el contenido de Mg promedio más bajo (3,32 cmol/kg).



**Figura 33.** Contenidos de Mg en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Potasio (K).**

En la **Tabla 56** se muestran los contenidos de K obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 44,83% de los predios se presentaron Bajos contenidos de K (<0,20 cmol/kg), mientras que en el 31,03% de los predios los contenidos fueron Altos (>0,40 cmol/kg), en el 24,14% de los predios los contenidos fueron Medios (0,20-0,40 cmol/kg).

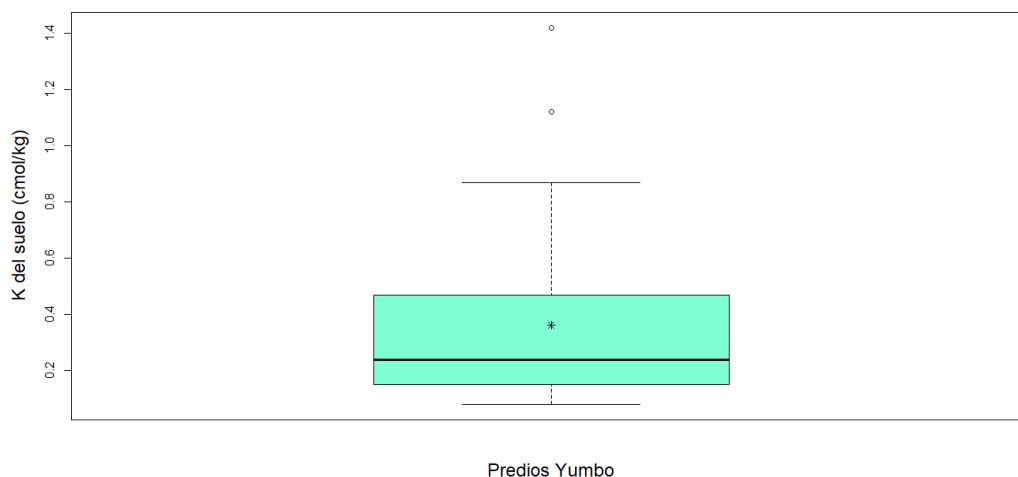
**Tabla 56.** Contenidos de K e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Potasio (cmol/kg)	Interpretación K
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	0.15	Bajo
PYUM-02	Santa Inés	Café	0.22	Medio
PYUM-03	Santa Inés	Café	0.12	Bajo
PYUM-04	Santa Inés	Café	0.13	Bajo
PYUM-05	Santa Inés	Café	0.15	Bajo
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	0.64	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	0.13	Bajo
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.15	Bajo
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	1.42	Alto
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	0.5	Alto
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	0.26	Medio
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.34	Medio
PYUM-13	Yumbillo	Café	0.17	Bajo
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.24	Medio
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.47	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Potasio (cmol/kg)	Interpretación K
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	0.59	Alto
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.15	Bajo
PYUM-18	Yumbillo	Café	0.32	Medio
PYUM-19	Dapa	Maíz	1.12	Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	0.09	Bajo
PYUM-21	Santa Inés	Café	0.12	Bajo
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.87	Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	0.2	Bajo
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.33	Medio
PYUM-25	La Buitrera	Café	0.11	Bajo
PYUM-26	La Buitrera	Café	0.47	Alto
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	0.13	Bajo
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	0.67	Alto
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	0.26	Medio

En la **Figura 34** se muestra de manera generalizada los contenidos de K, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 57** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,36 cmol/kg, con un mínimo de 0,08 cmol/kg y un máximo de 1,42 cmol/kg.

**K del suelo en el cruce Yumbo/Yumbo**

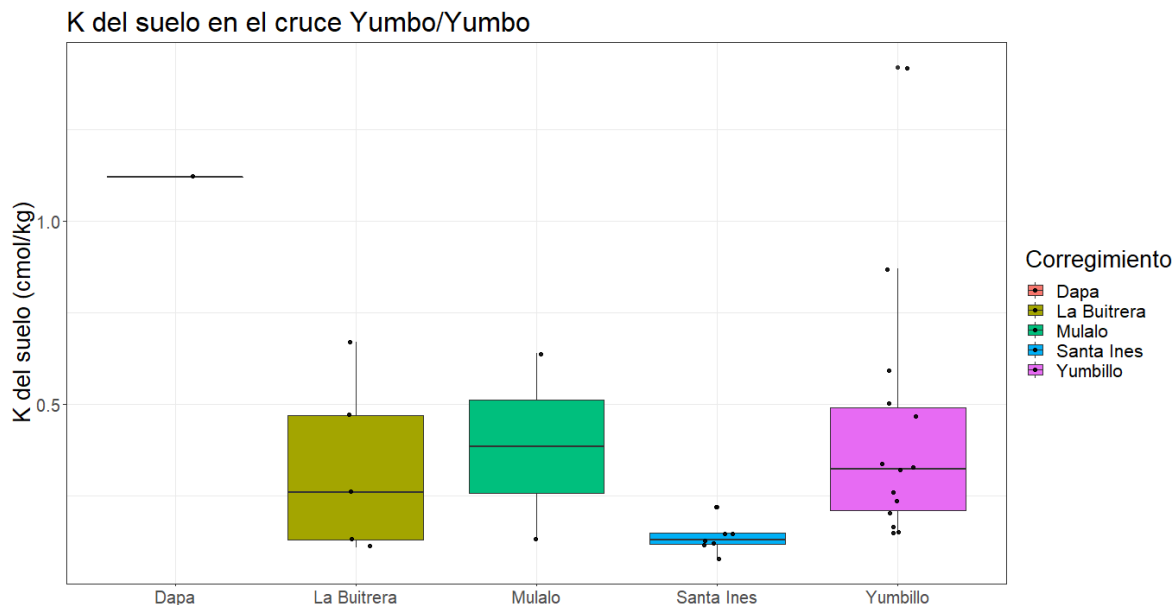


**Figura 34.** Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 57.** Contenidos de K en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

K (cmol/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.08	1.42	0.36	0.24	0.32

En la **Figura 35**, se muestran los contenidos de K por corregimiento; en el corregimiento de Dapa se presentó el contenido de K promedio más alto (1,12 cmol/kg), y en el corregimiento Santa Inés el contenido de K promedio más bajo (0,14 cmol/kg).



**Figura 35.** Contenidos de K en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE).**

En la **Tabla 58** se muestran la CICE obtenida en los predios evaluados y su interpretación; tanto los valores calificados como Altos y los Medios se presentaron en el 37,93% de los predios (>20 cmol/kg y 10-20 cmol/kg, respectivamente), mientras que en el 24,14% de los predios los contenidos fueron Bajos (<10 cmol/kg).

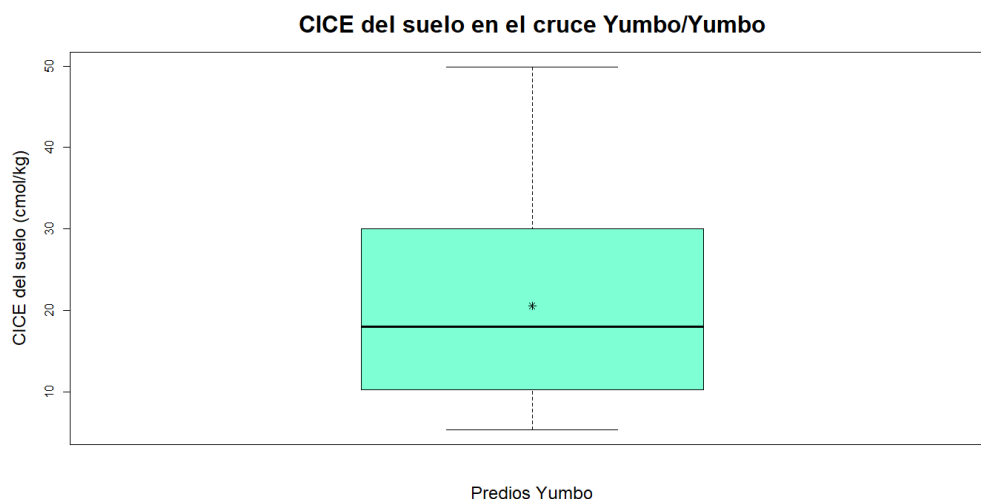
**Tabla 58.** CICE e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	CICE (cmol/kg)	Interpretación CICE
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	45.11	Alto
PYUM-02	Santa Inés	Café	47.1	Alto
PYUM-03	Santa Inés	Café	8.89	Bajo
PYUM-04	Santa Inés	Café	33.47	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	8.93	Bajo
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	35.94	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	19.19	Medio
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	49.89	Alto
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	17.96	Medio
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	11.68	Medio
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	5.32	Bajo
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	11.33	Medio
PYUM-13	Yumbillo	Café	9.08	Bajo
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	9.12	Bajo
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	18.69	Medio



Código	Corregimiento	Cultivo	CICE (cmol/kg)	Interpretación CICE
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	13.52	Medio
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	6.65	Bajo
PYUM-18	Yumbillo	Café	14.43	Medio
PYUM-19	Dapa	Maíz	18.37	Medio
PYUM-20	Santa Inés	Café	10.28	Medio
PYUM-21	Santa Inés	Café	21.7	Alto
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	12.92	Medio
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	26.69	Alto
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	22.48	Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	10.21	Medio
PYUM-26	La Buitrera	Café	8.7	Bajo
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	33.42	Alto
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	30.02	Alto
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	34.58	Alto

En la **Figura 36** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los valores de CICE, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 59** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 20,54 cmol/kg, con un mínimo de 5,32 cmol/kg y un máximo de 49,89 cmol/kg.



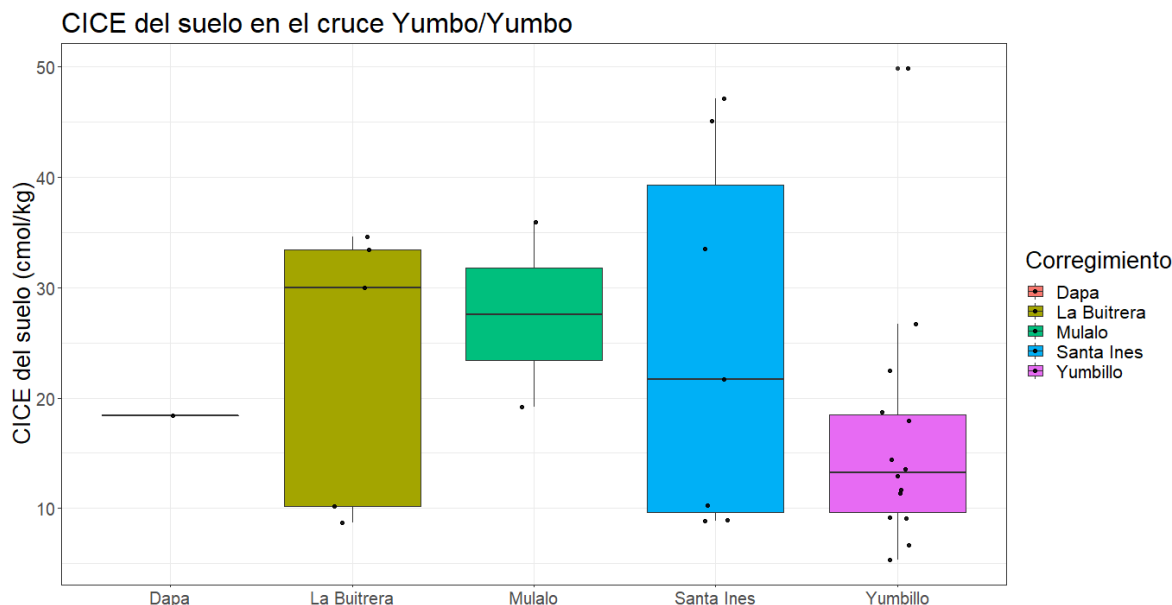
**Figura 36.** CICE en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 59.** CICE en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

CICE (cmol/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
5.32	49.89	20.54	17.96	12.96

En la **Figura 37**, se muestran los valores de CICE por corregimiento; en el corregimiento de Mulaló, ubicado en la zona plana del municipio de Yumbo, se presentó la CICE promedio

más alta (27,57 cmol/kg), y en el corregimiento Yumbillo se obtuvo la CICE promedio más baja (16,41 cmol/kg).



**Figura 37.** CICE en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

#### 6.4.4. Elementos Menores y Fósforo (P)

- Boro (B).

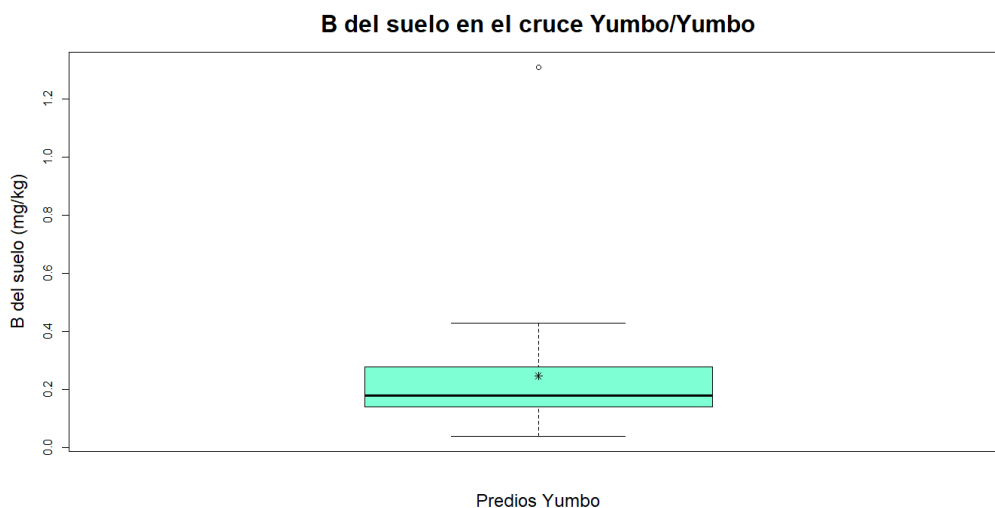
En la **Tabla 60** se muestran los resultados de los contenidos de B en los predios evaluados y su interpretación; en el 51,72% de los predios se presentaron Bajos contenidos de B (<0,20 mg/kg), mientras que en el 37,93% de los predios los contenidos fueron Medios (0,20-0,40 mg/kg), solo en el 10,34% de los predios se obtuvieron contenidos Altos (>0,40 mg/kg).

**Tabla 60.** Contenidos de B e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Boro (mg/kg)	Interpretación B
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	0.16	Bajo
PYUM-02	Santa Inés	Café	0.08	Bajo
PYUM-03	Santa Inés	Café	0.06	Bajo
PYUM-04	Santa Inés	Café	0.16	Bajo
PYUM-05	Santa Inés	Café	0.1	Bajo
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	1.31	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	0.43	Alto
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.18	Bajo
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	0.27	Medio
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	0.16	Bajo
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	0.1	Bajo
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.27	Medio

Código	Corregimiento	Cultivo	Boro (mg/kg)	Interpretación B
PYUM-13	Yumbillo	Café	0.14	Bajo
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.14	Bajo
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.04	Bajo
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	0.18	Bajo
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.12	Bajo
PYUM-18	Yumbillo	Café	0.18	Bajo
PYUM-19	Dapa	Maíz	0.4	Medio
PYUM-20	Santa Inés	Café	0.12	Bajo
PYUM-21	Santa Inés	Café	0.21	Medio
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.42	Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	0.28	Medio
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.35	Medio
PYUM-25	La Buitrera	Café	0.25	Medio
PYUM-26	La Buitrera	Café	0.23	Medio
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	0.2	Medio
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	0.33	Medio
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	0.32	Medio

En la **Figura 38** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los contenidos de B, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 61** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,25 mg/kg, con un mínimo de 0,04 mg/kg y un máximo de 1,31 mg/kg.

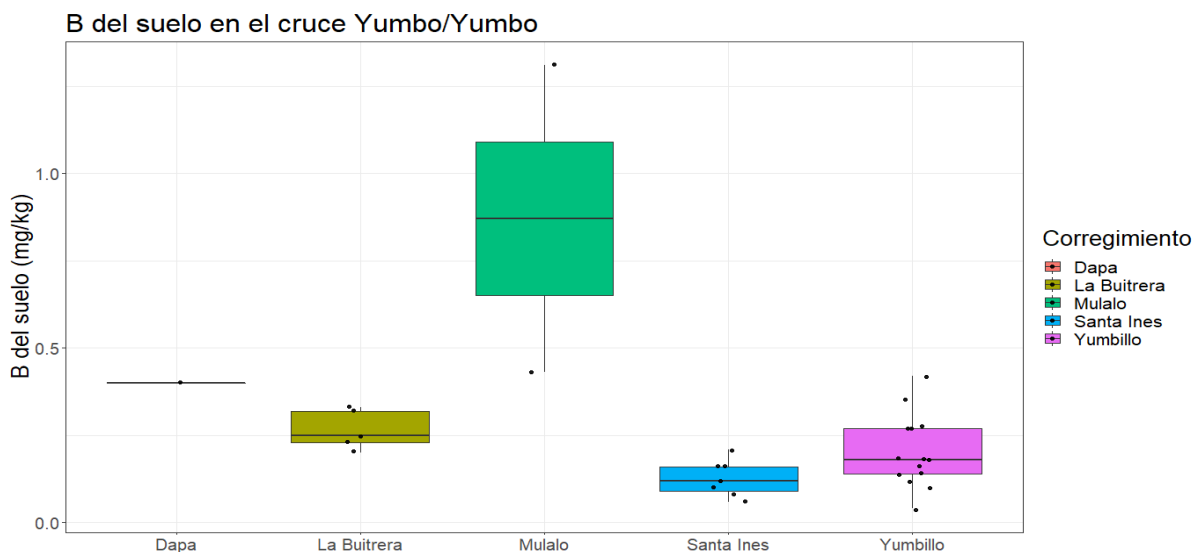


**Figura 38.** Contenidos de B en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 61.** Contenidos de B en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

B (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.04	1.31	0.25	0.18	0.23

En la **Figura 39**, se muestran los contenidos de B por corregimiento; en el corregimiento Mulaló, ubicado en la zona plana del municipio de Yumbo, se presentó el contenido de B promedio más alto (0,87 mg/kg), y en el corregimiento Santa Inés se obtuvo el contenido de B promedio más bajo (0,13 mg/kg).



**Figura 39.** Contenidos de B en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Hierro (Fe).**

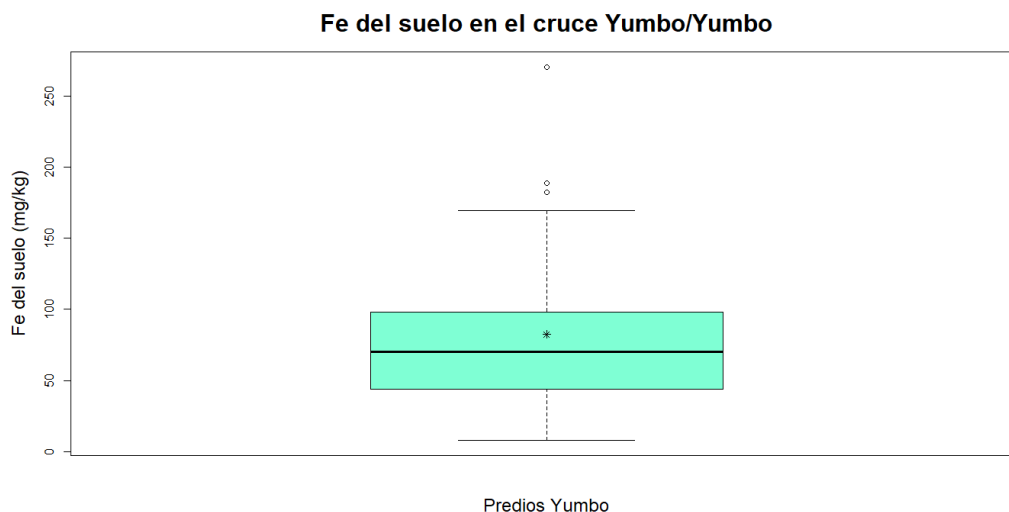
En la **Tabla 62** se muestran los resultados de los contenidos de Fe en los predios evaluados y su interpretación; en el 65,52% de los predios se presentaron Altos contenidos de Fe (>50,00 mg/kg), mientras que en el 24,14% de los predios los contenidos fueron Medios (25,00-50,00 mg/kg), solo en el 10,34% de los predios se obtuvieron contenidos Bajos (<25,00 mg/kg).

**Tabla 62.** Contenidos de Fe e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Hierro (mg/kg)	Interpretación Fe
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	25.04	Medio
PYUM-02	Santa Inés	Café	18.71	Bajo
PYUM-03	Santa Inés	Café	270.25	Alto
PYUM-04	Santa Inés	Café	60.52	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	88.1	Alto
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	36.93	Medio
PYUM-07	Mulaló	Plátano	77.7	Alto
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	15.58	Bajo
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	49.81	Medio
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	77.36	Alto
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	108.36	Alto
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	88.34	Alto
PYUM-13	Yumbillo	Café	95.37	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Hierro (mg/kg)	Interpretación Fe
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	138.6	Alto
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	67.75	Alto
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	44.71	Medio
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	188.49	Alto
PYUM-18	Yumbillo	Café	97.81	Alto
PYUM-19	Dapa	Maíz	70.09	Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	61.2	Alto
PYUM-21	Santa Inés	Café	88.73	Alto
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	99.9	Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	30.54	Medio
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	55.32	Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	182.46	Alto
PYUM-26	La Buitrera	Café	169.22	Alto
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	30.9	Medio
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	43.72	Medio
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	8.02	Bajo

En la **Figura 40** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los contenidos de Fe, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 63** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 82,40 mg/kg, con un mínimo de 8,02 mg/kg y un máximo de 270,25 mg/kg.

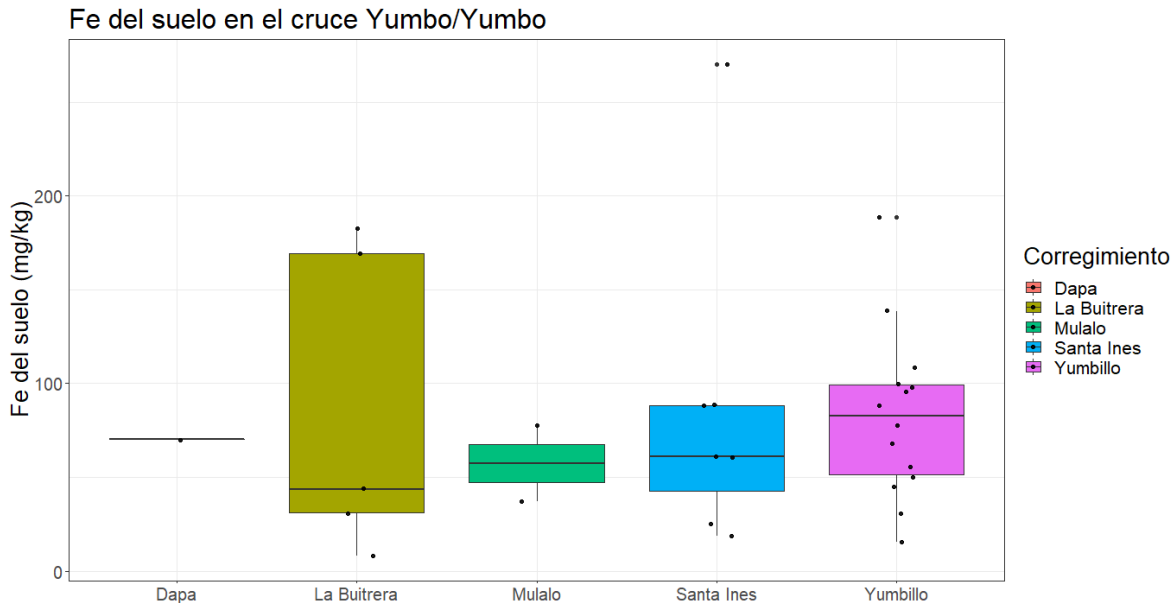


**Figura 40.** Contenidos de Fe en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 63.** Contenidos de Fe en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Fe (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
8.02	270.25	82.40	70.09	59.63

En la **Figura 41**, se muestran los contenidos de Fe por corregimiento; en el corregimiento Santa Inés se obtuvo el contenido promedio de Fe más alto (87,51 mg/kg), mientras que en el corregimiento Mulaló, ubicado en la zona plana del municipio de Yumbo, se presentó el contenido de Fe promedio más bajo (57,32 mg/kg).



**Figura 41.** Contenidos de Fe en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Cobre (Cu).**

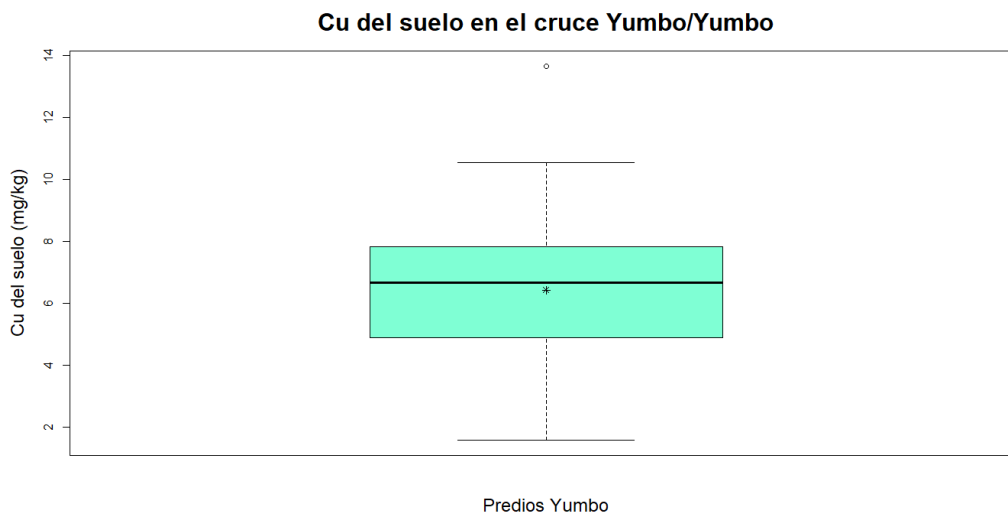
En la **Tabla 64** se muestran los resultados de los contenidos de Cu en los predios evaluados y su interpretación; en el 86,21% de los predios se presentaron Altos contenidos de Cu (>3,00 mg/kg), mientras que, en los restantes predios, el 13,79%, los contenidos de Cu fueron Medios (1,00-3,00 mg/kg).

**Tabla 64.** Contenidos de Cu e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Cobre (mg/kg)	Interpretación Cu
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	3.25	Alto
PYUM-02	Santa Inés	Café	2.5	Medio
PYUM-03	Santa Inés	Café	5.35	Alto
PYUM-04	Santa Inés	Café	7.78	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	6.68	Alto
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	6.65	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	7.52	Alto
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.57	Medio
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	13.65	Alto
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	2.48	Medio
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	3.99	Alto
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	6.98	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Cobre (mg/kg)	Interpretación Cu
PYUM-13	Yumbillo	Café	6.17	Alto
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	6.1	Alto
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	8.1	Alto
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	5.88	Alto
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	4.13	Alto
PYUM-18	Yumbillo	Café	8.74	Alto
PYUM-19	Dapa	Maíz	4.89	Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	6.3	Alto
PYUM-21	Santa Inés	Café	7.82	Alto
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	9.83	Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	8.63	Alto
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	10.54	Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	7.95	Alto
PYUM-26	La Buitrera	Café	7.16	Alto
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	5.61	Alto
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	7.25	Alto
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	1.57	Medio

En la **Figura 42** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los contenidos de Cu, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 65** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 6,42 mg/kg, con un mínimo de 1,57 mg/kg y un máximo de 13,65 mg/kg.

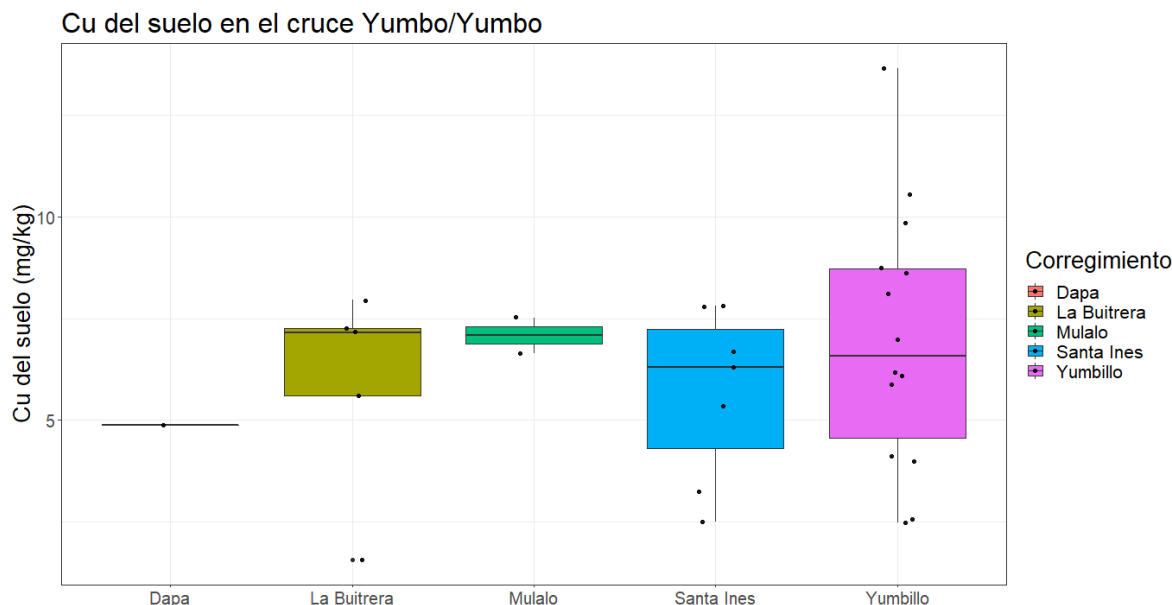


**Figura 42.** Contenidos de Cu en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 65.** Contenidos de Cu en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cu (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.57	13.65	6.42	6.65	2.66

En la **Figura 43**, se muestran los contenidos de Cu por corregimiento; en el corregimiento en el corregimiento Mulaló, ubicado en la zona plana del municipio de Yumbo, se presentó el contenido de Cu más alto (7,09 mg/kg), mientras que en el corregimiento de Dapa, se presentó el contenido de Cu promedio más bajo (4,89 mg/kg).



**Figura 43.** Contenidos de Cu en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Manganeso (Mn)**

En la **Tabla 66** se muestran los resultados de los contenidos de Mn en los predios evaluados y su interpretación; en el 41,38% de los predios se presentaron contenidos Medios de Mn (5,00-10,00 mg/kg), mientras que en el 31,03% de los predios los contenidos fueron Bajos (<5,00 mg/kg), en el restante 27,59% de los predios los contenidos de Mn fueron Altos (>10,00 mg/kg).

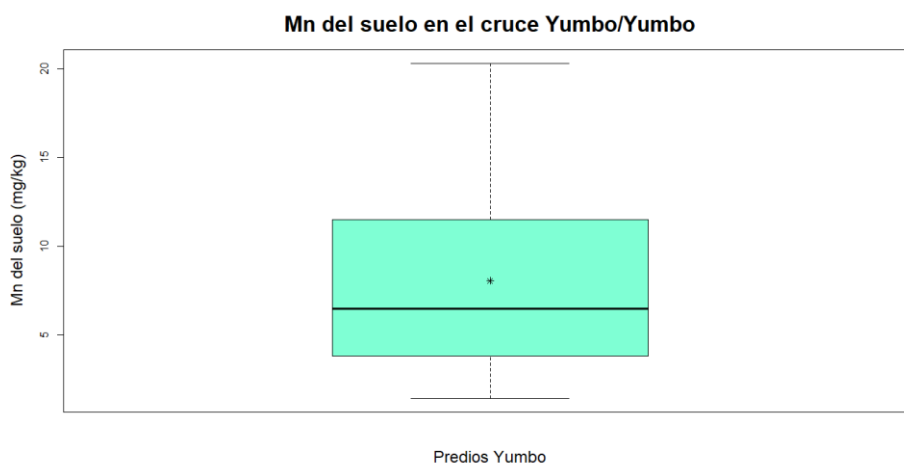
**Tabla 66.** Contenidos de Mn e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Manganeso (mg/kg)	Interpretación Mn
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	3.53	Bajo
PYUM-02	Santa Inés	Café	5.77	Medio
PYUM-03	Santa Inés	Café	16.05	Alto
PYUM-04	Santa Inés	Café	14.45	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	20.31	Alto
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	3.69	Bajo
PYUM-07	Mulaló	Plátano	3.81	Bajo
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.63	Bajo
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	6.34	Medio
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	11.81	Alto



Código	Corregimiento	Cultivo	Manganeso (mg/kg)	Interpretación Mn
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	6.47	Medio
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	6.47	Medio
PYUM-13	Yumbillo	Café	15.66	Alto
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	8.99	Medio
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	11.49	Alto
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	5.79	Medio
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	7.18	Medio
PYUM-18	Yumbillo	Café	6.59	Medio
PYUM-19	Dapa	Maíz	2.82	Bajo
PYUM-20	Santa Inés	Café	9.99	Medio
PYUM-21	Santa Inés	Café	8.32	Medio
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	8.86	Medio
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	2.15	Bajo
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	4	Bajo
PYUM-25	La Buitrera	Café	13.06	Alto
PYUM-26	La Buitrera	Café	18.28	Alto
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	2.7	Bajo
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	5.5	Medio
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	1.4	Bajo

En la **Figura 44** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los contenidos de Mn, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 67** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 8,04 mg/kg, con un mínimo de 1,40 mg/kg y un máximo de 20,31 mg/kg.

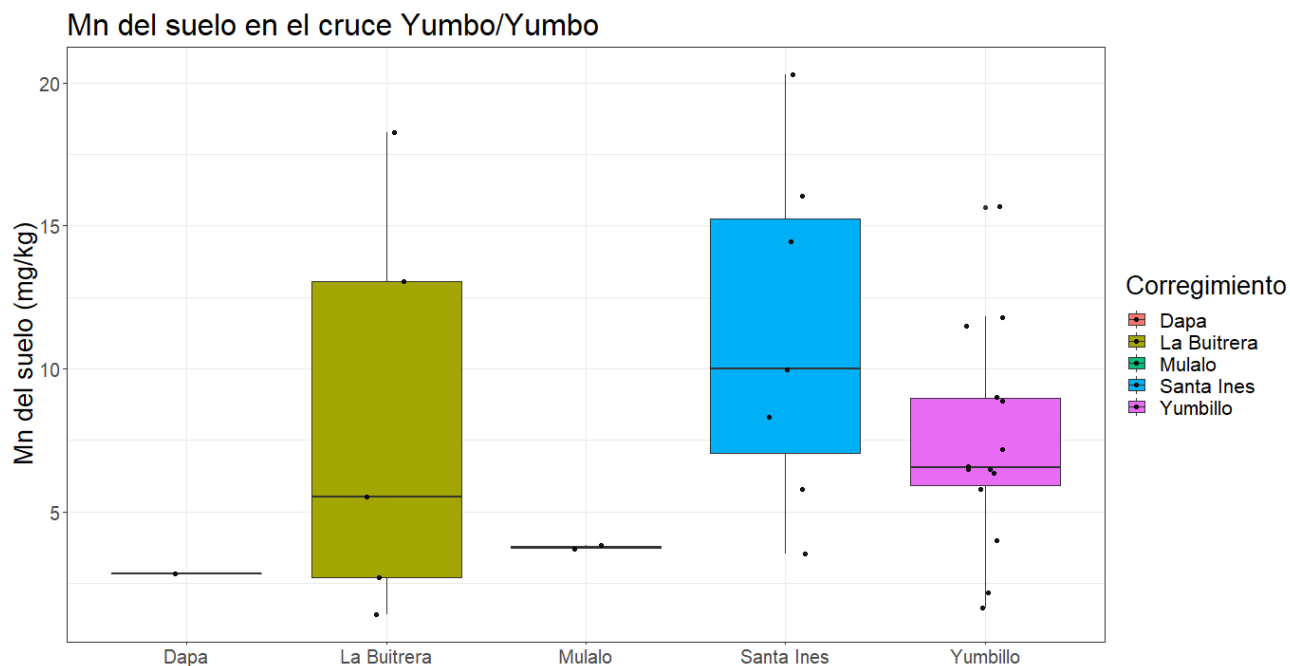


**Figura 44.** Contenidos de Mn en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 67.** Contenidos de Mn en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Mn (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.40	20.31	8.04	6.47	5.18

En la **Figura 45**, se muestran los contenidos de Mn por corregimiento; en el corregimiento de Santa Inés se presentó el contenido de Mn promedio más alto (11,20 mg/kg), mientras que en el corregimiento de Dapa, se obtuvo el contenido de Mn promedio más bajo (2,82 mg/kg).



**Figura 45.** Contenidos de Mn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Zinc (Zn).**

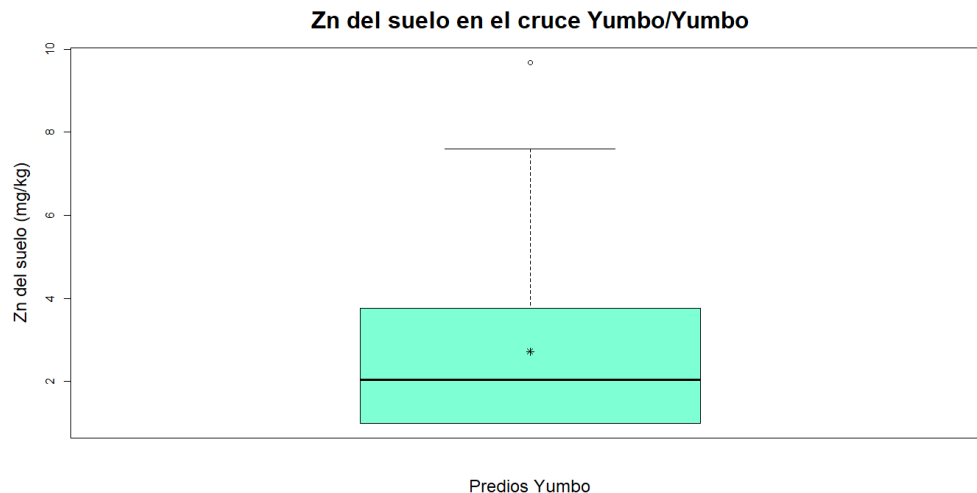
En la **Tabla 68** se muestran los resultados de los contenidos de Zn en los predios evaluados y su interpretación; en el 48,28% de los predios se presentaron contenidos Bajos de Zn (<1,50 mg/kg), mientras que en el 31,03% de los predios los contenidos fueron Altos (>3,00 mg/kg), en el restante 20,69% de los predios los contenidos de Zn fueron Medios (1,50-3,00 mg/kg).

**Tabla 68.** Contenidos de Zn e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Zinc (mg/kg)	Interpretación Zn
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	<1,00	Bajo
PYUM-02	Santa Inés	Café	1.34	Bajo
PYUM-03	Santa Inés	Café	2.44	Medio
PYUM-04	Santa Inés	Café	5.14	Alto
PYUM-05	Santa Inés	Café	1.24	Bajo
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	4.72	Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	<1,00	Bajo
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	<1,00	Bajo

Código	Corregimiento	Cultivo	Zinc (mg/kg)	Interpretación Zn
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	4.41	Alto
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	2.59	Medio
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	<1,00	Bajo
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.73	Medio
PYUM-13	Yumbillo	Café	1.46	Bajo
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.26	Bajo
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	9.68	Alto
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	2.04	Medio
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	<1,00	Bajo
PYUM-18	Yumbillo	Café	2.4	Medio
PYUM-19	Dapa	Maíz	7.59	Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	1.15	Bajo
PYUM-21	Santa Inés	Café	1.09	Bajo
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	4.85	Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	2.52	Medio
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	5.28	Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	3.76	Alto
PYUM-26	La Buitrera	Café	3.21	Alto
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	<1,00	Bajo
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	<1,00	Bajo
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	<1,00	Bajo

En la **Figura 46** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los contenidos de Zn, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 69** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 2,72 mg/kg, con un mínimo de 0,99 mg/kg y un máximo de 9,68 mg/kg.

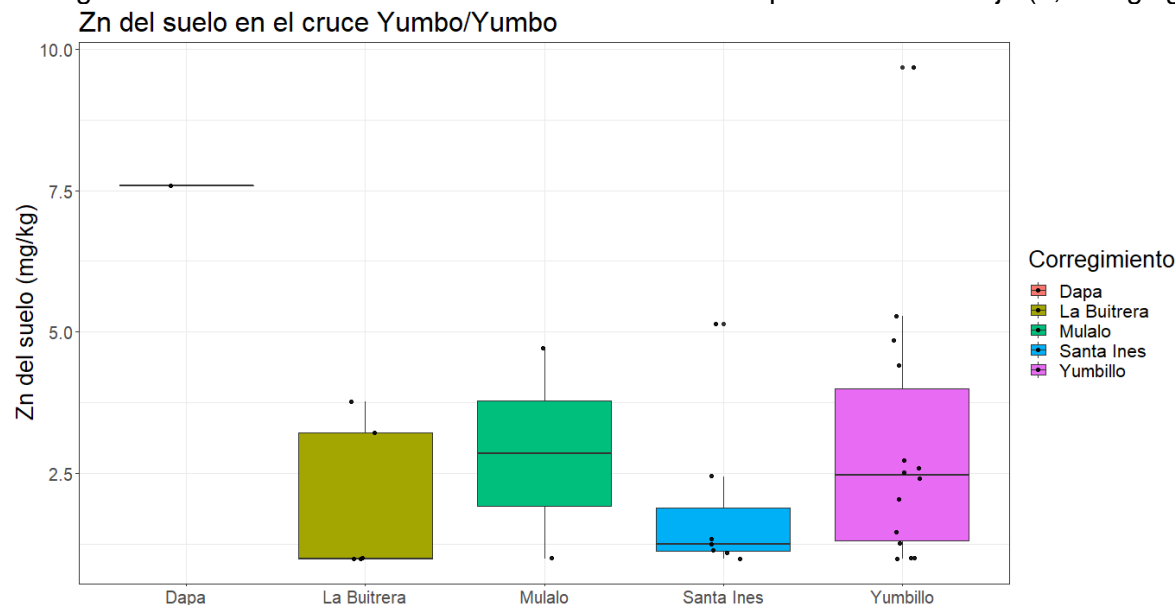


**Figura 46.** Contenidos de Zn en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 69.** Contenidos de Zn en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Zn (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.99	9.68	2.72	2.04	2.19

En la **Figura 47**, se muestran los contenidos de Zn por corregimiento; en el corregimiento de Dapa se presentó el contenido promedio de Zn más alto (7,59 mg/kg), mientras que en el corregimiento de Santa Inés se obtuvo el contenido de Zn promedio más bajo (2,07 mg/kg).



**Figura 47.** Contenidos de Zn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Fósforo (P).**

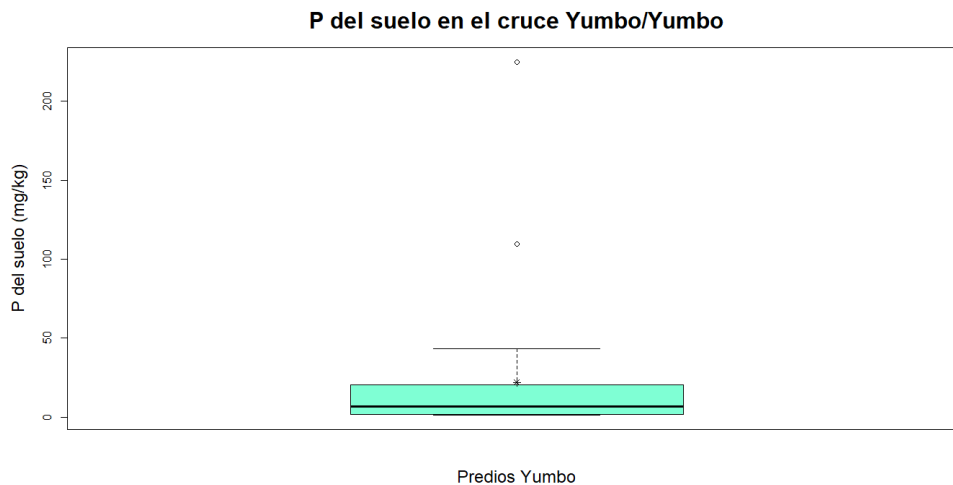
En la **Tabla 70** se muestran los resultados de los contenidos de P en los predios evaluados y su interpretación; en el 55,17% de los predios se presentaron contenidos Bajos de P (<8,00 mg/kg), en el 24,14% de los predios los contenidos de P fueron Muy Altos (>21,00 mg/kg), en el 13,79% de los predios los contenidos de P fueron Normales (8,00-13,00 mg/kg), mientras que en el restante 6,90% de los predios los contenidos fueron Altos (13,00-21,00 mg/kg).

**Tabla 70.** Contenidos de P e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Fósforo (mg/kg)	Interpretación P
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	3.84	Bajo
PYUM-02	Santa Inés	Café	6.7	Bajo
PYUM-03	Santa Inés	Café	1.58	Bajo
PYUM-04	Santa Inés	Café	1.55	Bajo
PYUM-05	Santa Inés	Café	1.9	Bajo
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	109.61	Muy Alto
PYUM-07	Mulaló	Plátano	15.97	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Fósforo (mg/kg)	Interpretación P
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	20.41	Alto
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	42.49	Muy Alto
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	11.35	Normal
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	5.51	Bajo
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	11.11	Normal
PYUM-13	Yumbillo	Café	4.37	Bajo
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	<1,29	Bajo
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	7.7	Bajo
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	8.48	Normal
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.31	Bajo
PYUM-18	Yumbillo	Café	1.47	Bajo
PYUM-19	Dapa	Maíz	225	Muy Alto
PYUM-20	Santa Inés	Café	4.33	Bajo
PYUM-21	Santa Inés	Café	1.33	Bajo
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	43.36	Muy Alto
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	29.9	Muy Alto
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	35.95	Muy Alto
PYUM-25	La Buitrera	Café	2.71	Bajo
PYUM-26	La Buitrera	Café	1.96	Bajo
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	3.51	Bajo
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	9.47	Normal
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	21.26	Muy Alto

En la **Figura 48** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los contenidos de P, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 71** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 21,91 mg/kg, con un mínimo de 1,28 mg/kg y un máximo de 225,00 mg/kg.

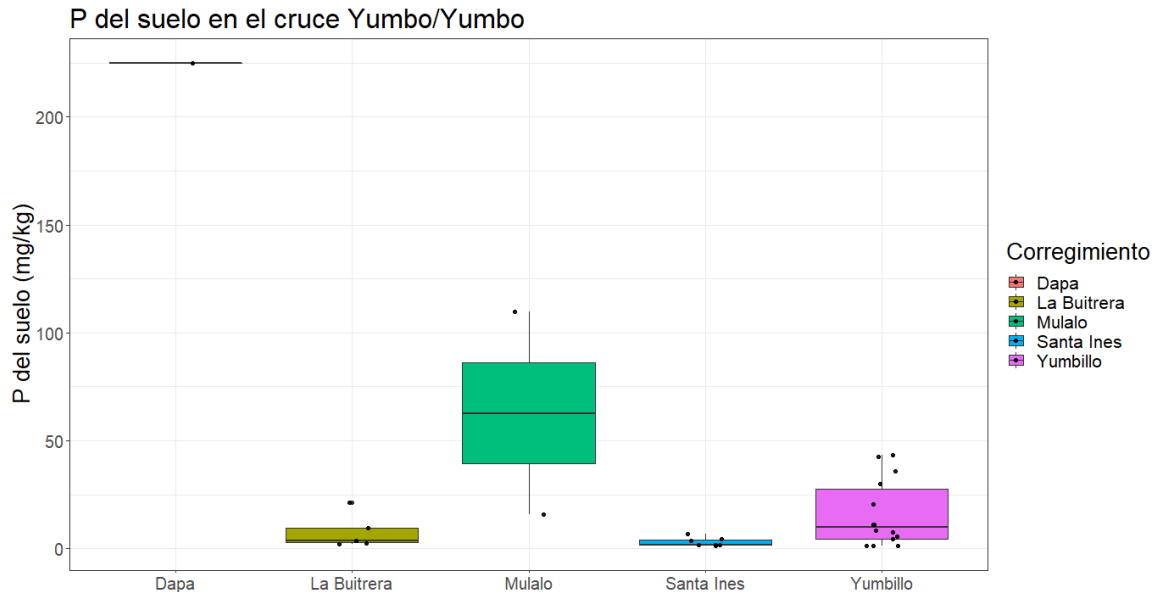


**Figura 48.** Contenidos de P en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 71.** Contenidos de P en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

P (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.28	225.00	21.91	6.70	44.86

En la **Figura 49**, se muestran los contenidos de P por corregimiento; en el corregimiento de Dapa se presentó el contenido de P más alto (225,00 mg/kg), mientras que en el corregimiento de Santa Inés se obtuvo el contenido de P promedio más bajo (3,03 mg/kg).



**Figura 49.** Contenidos de P en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

#### 6.4.5. Propiedades Físicas del Suelo

- **Diámetro Medio Ponderado (DMP).**

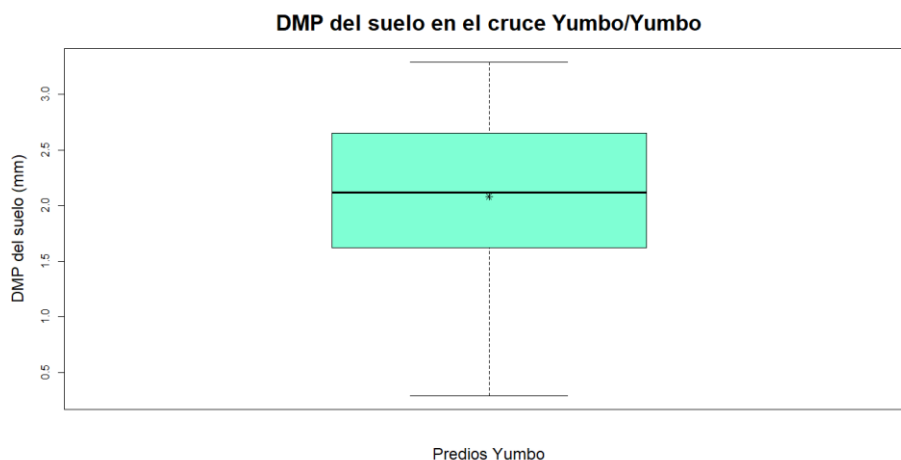
En la **Tabla 72** se muestran los resultados sobre DMP en los predios evaluados y su interpretación; en el 68,97% de los predios se presentaron valores Moderadamente Estables de DMP (1,50-3,00 mm), en el 13,67% de los predios se obtuvieron valores de DMP Ligeramente Estables (0,50-1,50 mm), en el 10,34% de los predios los valores de DMP fueron Estables (3,00-5,00 mm), mientras que en el restante 6,90% de los predios los valores de DMP fueron Inestables (<0,50 mm).

**Tabla 72.** DMP e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	DMP (mm)	Interpretación DMP
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	2.50	Moderadamente Estable
PYUM-02	Santa Inés	Café	1.24	Ligeramente Estable
PYUM-03	Santa Inés	Café	2.38	Moderadamente Estable
PYUM-04	Santa Inés	Café	1.34	Ligeramente Estable

Código	Corregimiento	Cultivo	DMP (mm)	Interpretación DMP
PYUM-05	Santa Inés	Café	1.99	Moderadamente Estable
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	0.34	Inestable
PYUM-07	Mulaló	Plátano	0.29	Inestable
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.82	Moderadamente Estable
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	2.12	Moderadamente Estable
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	3.29	Estable
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	3.01	Estable
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.07	Moderadamente Estable
PYUM-13	Yumbillo	Café	3.23	Estable
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.76	Moderadamente Estable
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.56	Moderadamente Estable
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	2.96	Moderadamente Estable
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.65	Moderadamente Estable
PYUM-18	Yumbillo	Café	2.67	Moderadamente Estable
PYUM-19	Dapa	Maíz	2.29	Moderadamente Estable
PYUM-20	Santa Inés	Café	1.89	Moderadamente Estable
PYUM-21	Santa Inés	Café	2.38	Moderadamente Estable
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	2.79	Moderadamente Estable
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	1.42	Ligeramente Estable
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.72	Moderadamente Estable
PYUM-25	La Buitrera	Café	2.20	Moderadamente Estable
PYUM-26	La Buitrera	Café	2.29	Moderadamente Estable
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	1.46	Ligeramente Estable
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	2.06	Moderadamente Estable
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	1.62	Moderadamente Estable

En la **Figura 50** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los valores de DMP, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 73** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 2,08 mm, con un mínimo de 0,29 mm y un máximo de 3,29 mm.

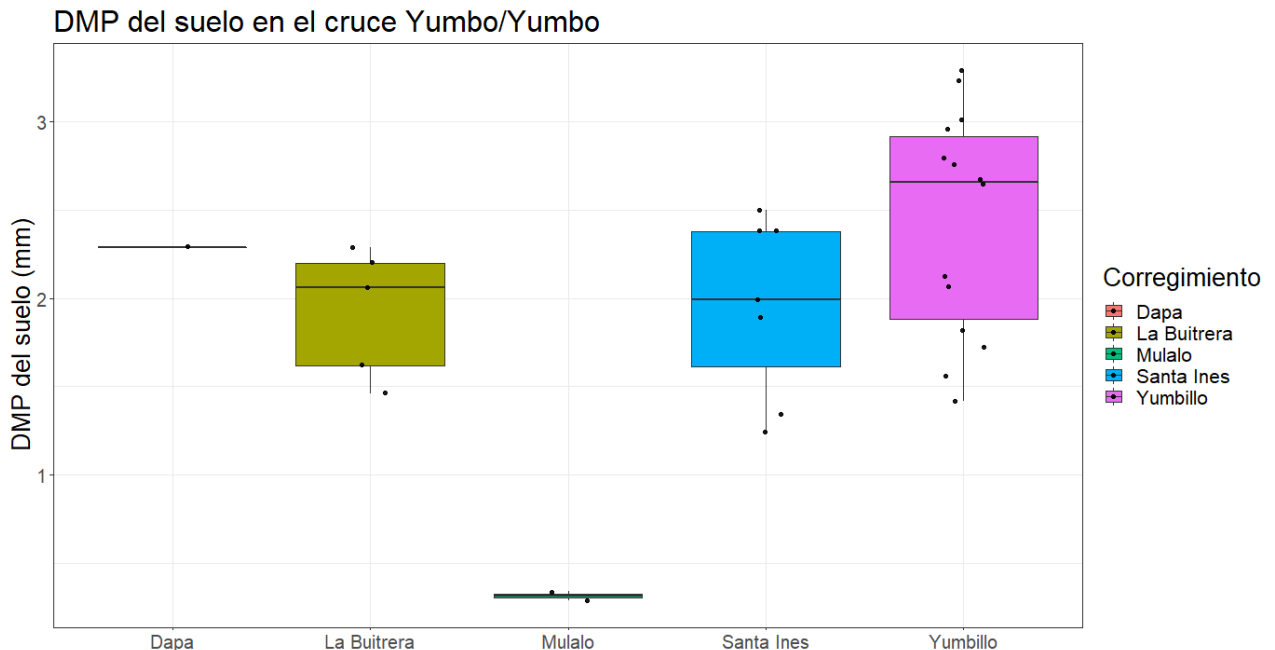


**Figura 50.** DMP en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 73.** DMP en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

DMP (mm) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.29	3.29	2.08	2.12	0.75

En la **Figura 51**, se muestran los valores de DMP por corregimiento; en el corregimiento de Dapa se presentó el valor de DMP más alto (2,29 mm), mientras que en el corregimiento de Mulaló, en la zona plana del municipio de Yumbo, se obtuvo el valor de DMP promedio más bajo (0,31 mm).



**Figura 51.** DMP en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Densidad Aparente (Da).**

En la **Tabla 74** se muestran los resultados sobre Da en los predios evaluados y su interpretación; en el 96,55% de los predios se presentaron valores de Da Finos ( $1,30 \text{ g/cm}^3$ ), en el restante 3,45% de los predios se obtuvieron valores de Da Medios ( $1,40 \text{ g/cm}^3$ ).

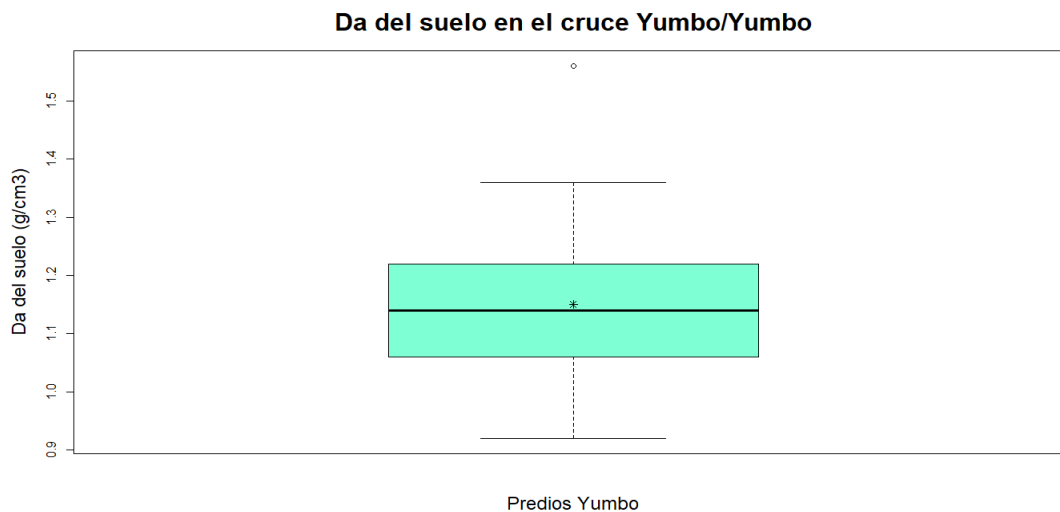
**Tabla 74.** Da e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Da ( $\text{g/cm}^3$ )	Interpretación Da
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	1.36	Finas
PYUM-02	Santa Inés	Café	1.25	Finas
PYUM-03	Santa Inés	Café	0.98	Finas
PYUM-04	Santa Inés	Café	1.13	Finas
PYUM-05	Santa Inés	Café	1.07	Finas
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	1.27	Finas
PYUM-07	Mulaló	Plátano	1.27	Finas



Código	Corregimiento	Cultivo	Da (g/cm <sup>3</sup> )	Interpretación Da
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.19	Finas
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	1.22	Finas
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	0.99	Finas
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	1.05	Finas
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.11	Finas
PYUM-13	Yumbillo	Café	1.01	Finas
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.22	Finas
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.06	Finas
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	1.09	Finas
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.04	Finas
PYUM-18	Yumbillo	Café	0.97	Finas
PYUM-19	Dapa	Maíz	1.14	Finas
PYUM-20	Santa Inés	Café	0.92	Finas
PYUM-21	Santa Inés	Café	1.20	Finas
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.13	Finas
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	1.17	Finas
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	1.16	Finas
PYUM-25	La Buitrera	Café	1.28	Finas
PYUM-26	La Buitrera	Café	1.17	Finas
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	1.11	Finas
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	1.24	Finas
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	1.56	Medias

En la **Figura 52** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los valores de Da, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 75** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 1,15 g/cm<sup>3</sup>, con un mínimo de 0,92 g/cm<sup>3</sup> y un máximo de 1,56 g/cm<sup>3</sup>.

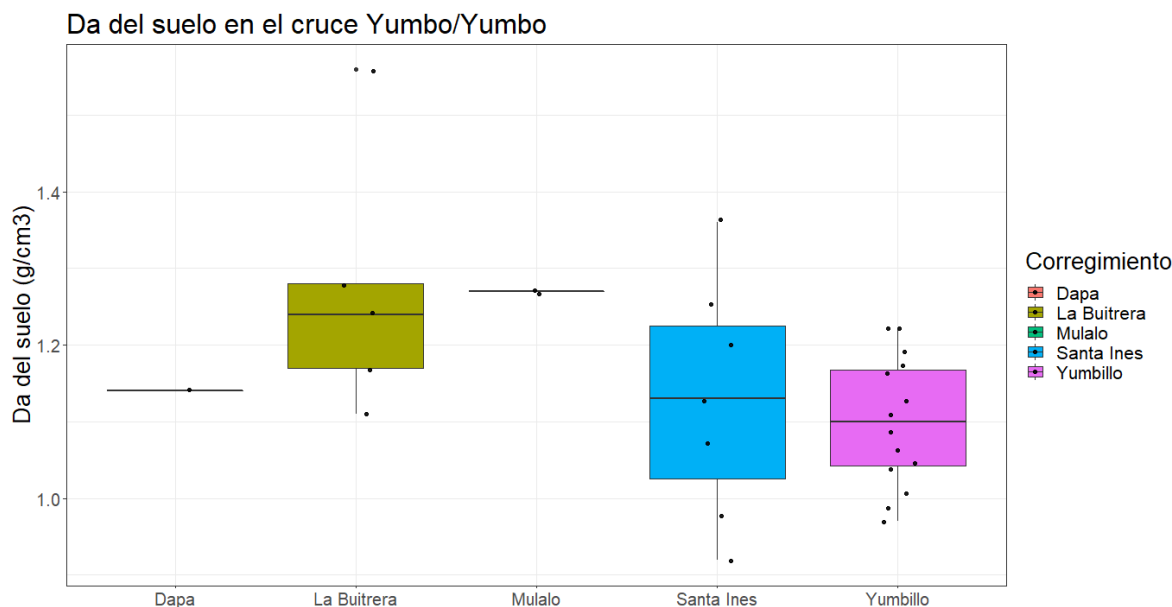


**Figura 52.** Da en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 75.** Da en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Da ( $\text{g/cm}^3$ ) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.92	1.56	1.15	1.14	0.13

En la **Figura 53**, se muestran los valores de Da por corregimiento; en el corregimiento de Mulaló, en la zona plana del municipio de Yumbo, se presentó el valor de Da promedio más alto ( $1,27 \text{ g/cm}^3$ ), mientras que en el corregimiento de Yumbillo se obtuvo el valor de Da promedio más bajo ( $1,10 \text{ g/cm}^3$ ).



**Figura 53.** Da en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Lámina de Agua Aprovechable (LAA).**

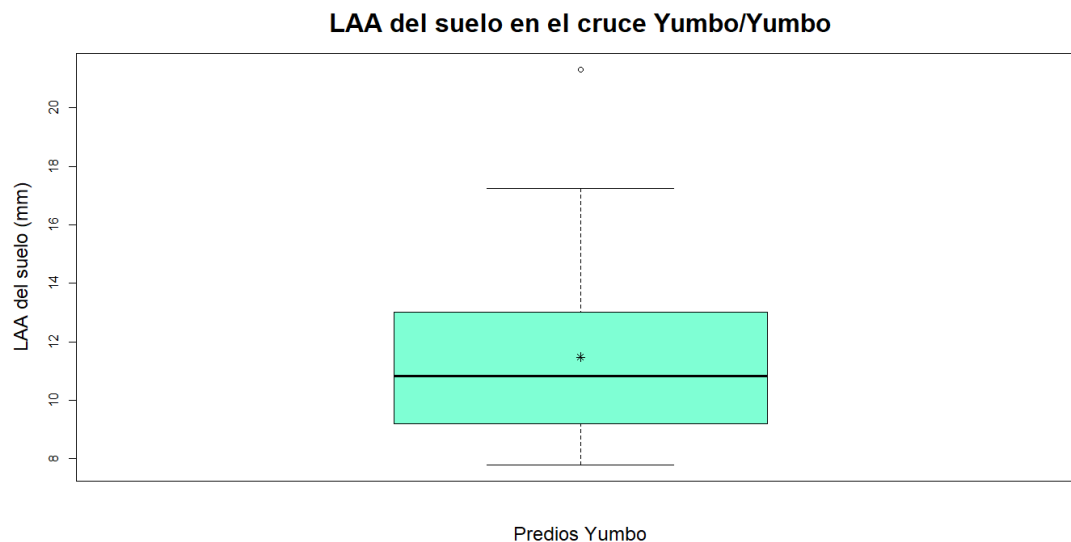
En la **Tabla 76** se muestran los resultados sobre LAA en los predios evaluados y su interpretación; en el 82,76% de los predios se presentaron valores de LAA Bajos (<20 mm), en el restante 17,24% de los predios se obtuvieron valores de LAA Altos (>20 mm).

**Tabla 76.** LAA e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	LAA (mm)	Interpretación LAA
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	28.43	Alta
PYUM-02	Santa Inés	Café	20.77	Alta
PYUM-03	Santa Inés	Café	10.37	Baja
PYUM-04	Santa Inés	Café	15.55	Baja
PYUM-05	Santa Inés	Café	17.35	Baja
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	13.44	Baja
PYUM-07	Mulaló	Plátano	11.62	Baja
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	10.42	Baja

Código	Corregimiento	Cultivo	LAA (mm)	Interpretación LAA
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	20.06	Alta
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	10.55	Baja
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	14.44	Baja
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	15.74	Baja
PYUM-13	Yumbillo	Café	13.80	Baja
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	12.45	Baja
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	12.25	Baja
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	13.93	Baja
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	11.96	Baja
PYUM-18	Yumbillo	Café	12.69	Baja
PYUM-19	Dapa	Maíz	12.85	Baja
PYUM-20	Santa Inés	Café	16.30	Baja
PYUM-21	Santa Inés	Café	10.96	Baja
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	11.63	Baja
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	14.60	Baja
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	15.70	Baja
PYUM-25	La Buitrera	Café	20.61	Alta
PYUM-26	La Buitrera	Café	17.91	Baja
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	15.23	Baja
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	19.00	Baja
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	22.99	Alta

En la **Figura 54** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los valores de LAA, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 77** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 11,47 mm, con un mínimo de 7,78 mm y un máximo de 21,32 mm.

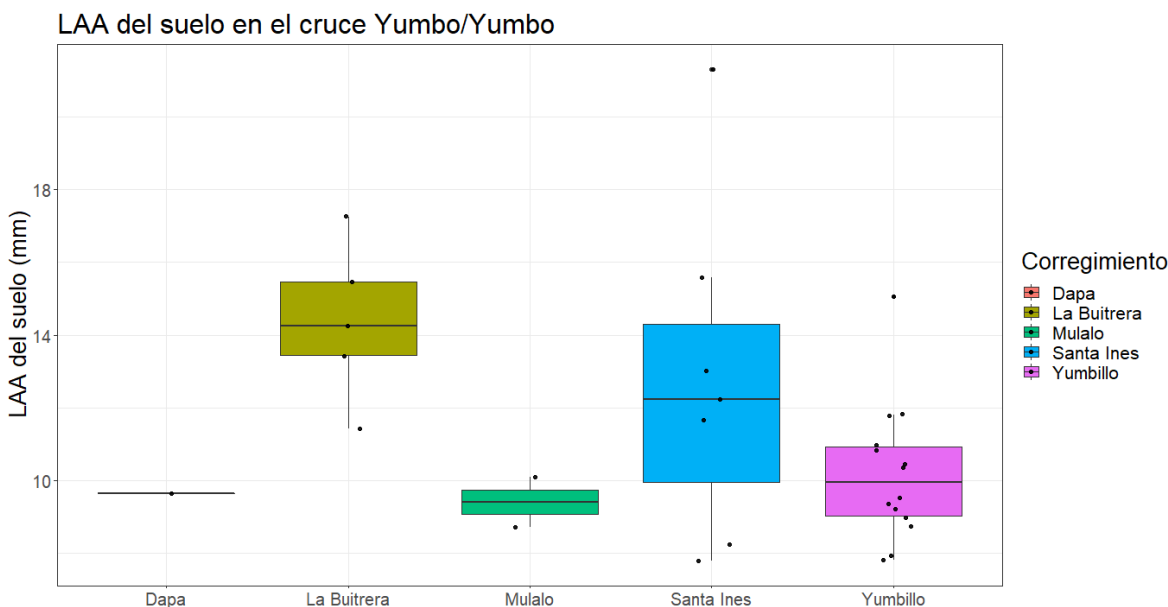


**Figura 54.** LAA en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 77.** LAA en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

LAA (mm) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
7.78	21.32	11.47	10.83	3.19

En la **Figura 55**, se muestran los valores de LAA por corregimiento; en el corregimiento de La Buitrera se presentó el valor de LAA promedio más alto (19,15 mm), mientras que en el corregimiento de Mulaló, en la zona plana del municipio de Yumbo, se obtuvo el valor de LAA promedio más bajo (12,53 mm).



**Figura 55.** LAA en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

- **Conductividad Hidráulica (Ks).**

En la **Tabla 78** se muestran los resultados sobre Ks en los predios evaluados y su interpretación; en el 51,72% de los predios se presentaron valores de Ks Muy Lentos (<0,10 cm/h), en el 34,48% de los predios los valores de Ks fueron Lentos (0,10-0,50 cm/h), en el restante 13,79% de los predios se obtuvieron valores de Ks Moderadamente Lentos (0,50-1,60 cm/h).

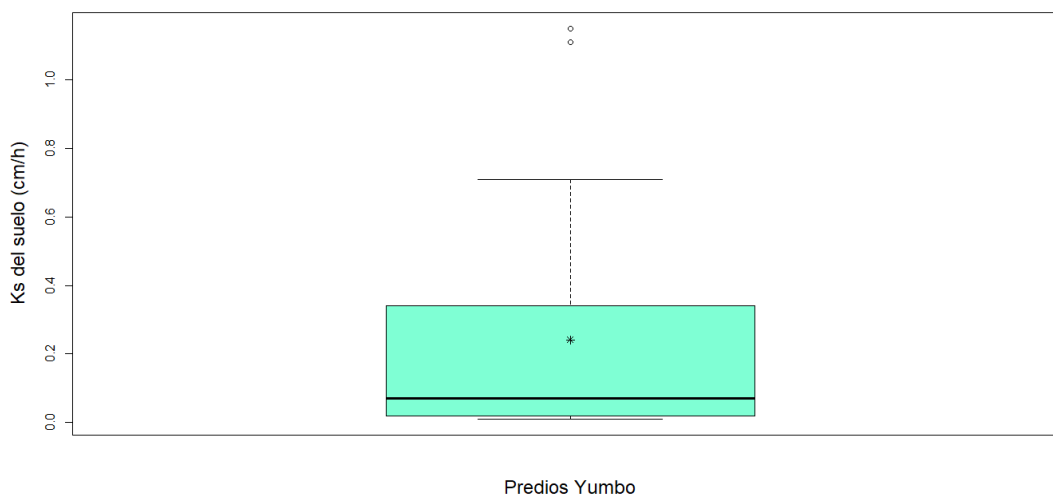
**Tabla 78.** Ks e interpretación en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Ks (cm/h)	Interpretación Ks
PYUM-01	Santa Inés	Cítricos	0.01	Muy lenta
PYUM-02	Santa Inés	Café	0.01	Muy lenta
PYUM-03	Santa Inés	Café	0.01	Muy lenta
PYUM-04	Santa Inés	Café	0.32	Lenta
PYUM-05	Santa Inés	Café	1.11	Moderadamente lenta
PYUM-06	Mulaló	Frutales (Cacao)	0.04	Muy lenta
PYUM-07	Mulaló	Plátano	0.07	Muy lenta
PYUM-08	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.23	Lenta

Código	Corregimiento	Cultivo	Ks (cm/h)	Interpretación Ks
PYUM-09	Yumbillo	Aromáticas (Yerbabuena, toronjil)	0.25	Lenta
PYUM-10	Yumbillo	Aromáticas	0.35	Lenta
PYUM-11	Yumbillo	Aromáticas	0.42	Lenta
PYUM-12	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.46	Lenta
PYUM-13	Yumbillo	Café	1.15	Moderadamente lenta
PYUM-14	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.07	Muy lenta
PYUM-15	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.01	Muy lenta
PYUM-16	Yumbillo	Aromáticas (Cilantro, Limoncillo)	0.02	Muy lenta
PYUM-17	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.71	Moderadamente lenta
PYUM-18	Yumbillo	Café	0.24	Lenta
PYUM-19	Dapa	Maíz	0.07	Muy lenta
PYUM-20	Santa Inés	Café	0.05	Muy lenta
PYUM-21	Santa Inés	Café	0.02	Muy lenta
PYUM-22	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.11	Lenta
PYUM-23	Yumbillo	Aromáticas (Romero)	0.02	Muy lenta
PYUM-24	Yumbillo	Aromáticas (Tomillo)	0.04	Muy lenta
PYUM-25	La Buitrera	Café	0.17	Lenta
PYUM-26	La Buitrera	Café	0.06	Muy lenta
PYUM-27	La Buitrera	Plátano	0.34	Lenta
PYUM-28	La Buitrera	Cítricos	0.62	Moderadamente lenta
PYUM-29	La Buitrera	Frutales	0.02	Muy lenta

En la **Figura 56** se muestra de manera generalizada en la cuenca Yumbo (Yumbo), los valores de Ks, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 79** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,24 cm/h, con un mínimo de 0,01 cm/h y un máximo de 1,15 cm/h.

**Ks del suelo en el cruce Yumbo/Yumbo**

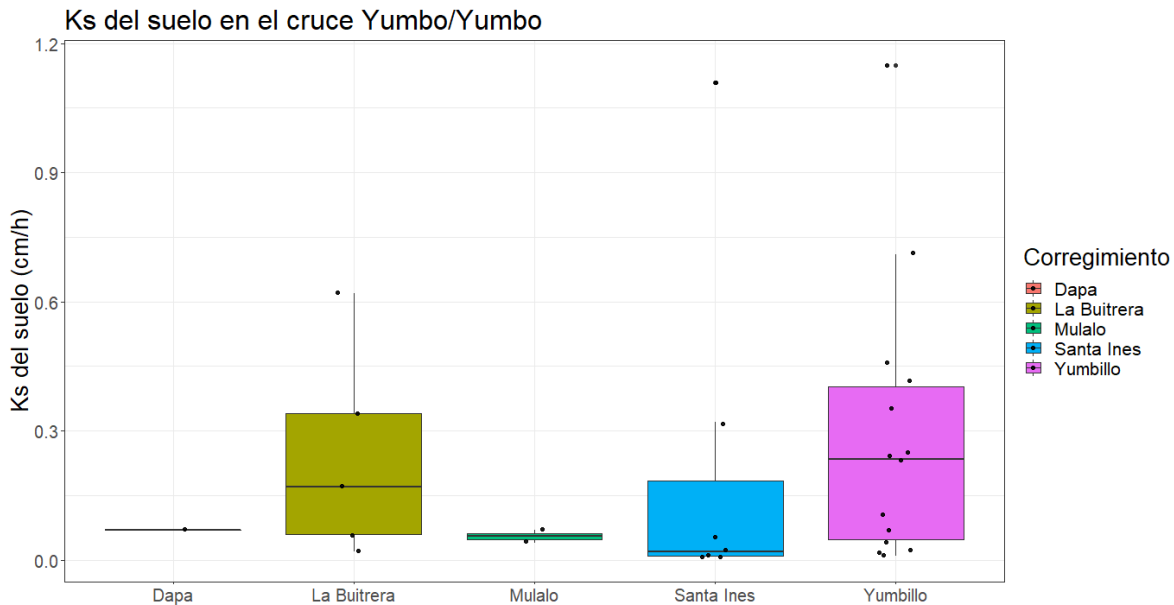


**Figura 56.** Ks en los predios evaluados, cuenca Yumbo (Yumbo).

**Tabla 79.** Ks en los predios de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Ks (cm/h) del suelo cruce Yumbo/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.01	1.15	0.24	0.07	0.31

En la **Figura 57**, se muestran los valores de Ks por corregimiento; en el corregimiento de Yumbillo se presentó el valor de Ks promedio más alto (0,29 cm/h), mientras que en el corregimiento de Mulaló, en la zona plana del municipio de Yumbo, se obtuvo el valor de Ks promedio más bajo (0,05 cm/h).



**Figura 57.** Ks en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Yumbo (Yumbo).

## 6.5 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA RIEGO EN LA CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO

### 6.5.1. Restricciones de uso del agua para riego: Salinidad

En la **Tabla 85** se presenta la información obtenida en los análisis de agua para riego y su interpretación en el cruce Yumbo/Yumbo en cuanto a las restricciones sobre salinidad. Se observa que el 92,31% de las muestras de agua tomadas no presentan restricción en la Conductividad Eléctrica (CE, <0,70 dS/m) y en los Sólidos Totales Disueltos (TDS, <450 mg/l), el restante 7,69% de las muestras presentaron una CE y TDS con una restricción moderada (0,7 a 3,0 dS/m y 450 a 2000 mg/l, respectivamente), lo que puede ocasionar taponamiento de goteros en caso de utilizar sistemas de riego localizado. Las áreas que presentan estas restricciones se encuentran en la zona plana del cruce, específicamente en el corregimiento de Mulaló, y la procedencia del agua es subterránea, por lo que habría que prestar especial atención sobre predios que obtengan el agua para riego de pozos y aljibes. En la **Figura 59** se encuentra la ubicación de los puntos de muestreo de agua.

**Tabla 80.** Restricciones de uso del agua para riego por predio en el cruce Yumbo/Yumbo: Salinidad. Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	CE (dS/m)	Interpretación CE	TDS (mg/l)	Interpretación TDS
PYUM01	0.63	Sin restricción	439.31	Sin restricción
PYUM02	0.32	Sin restricción	223.75	Sin restricción
PYUM03	0.19	Sin restricción	132.80	Sin restricción
PYUM04	0.23	Sin restricción	163.64	Sin restricción
PYUM05	0.13	Sin restricción	88.84	Sin restricción
PYUM06	1.43	Moderada	999.68	Moderada
PYUM07	1.50	Moderada	478.27	Moderada
PYUM08	0.34	Sin restricción	238.92	Sin restricción
PYUM09	0.04	Sin restricción	30.51	Sin restricción
PYUM10	0.12	Sin restricción	86.80	Sin restricción
PYUM11	0.08	Sin restricción	57.59	Sin restricción
PYUM12	0.06	Sin restricción	44.23	Sin restricción
PYUM13	0.12	Sin restricción	82.51	Sin restricción
PYUM14	0.07	Sin restricción	45.86	Sin restricción
PYUM15	0.06	Sin restricción	44.79	Sin restricción
PYUM16	0.06	Sin restricción	44.21	Sin restricción
PYUM17	0.07	Sin restricción	49.34	Sin restricción
PYUM18	0.07	Sin restricción	49.17	Sin restricción
PYUM19	0.15	Sin restricción	102.77	Sin restricción
PYUM20	0.30	Sin restricción	213.14	Sin restricción
PYUM21	0.19	Sin restricción	133.36	Sin restricción
PYUM22	0.06	Sin restricción	45.44	Sin restricción
PYUM23	0.15	Sin restricción	101.54	Sin restricción
PYUM24	0.11	Sin restricción	75.10	Sin restricción
PYUM26	0.27	Sin restricción	190.09	Sin restricción
PYUM29	0.56	Sin restricción	392.56	Sin restricción

Para las aguas que presentan restricción antes de usarlas en el riego se recomienda tratarlas con ácido cítrico o fosfórico, además, mantener cobertura vegetal, hacer drenajes profundos y labrar con cincel en dirección de los canales.

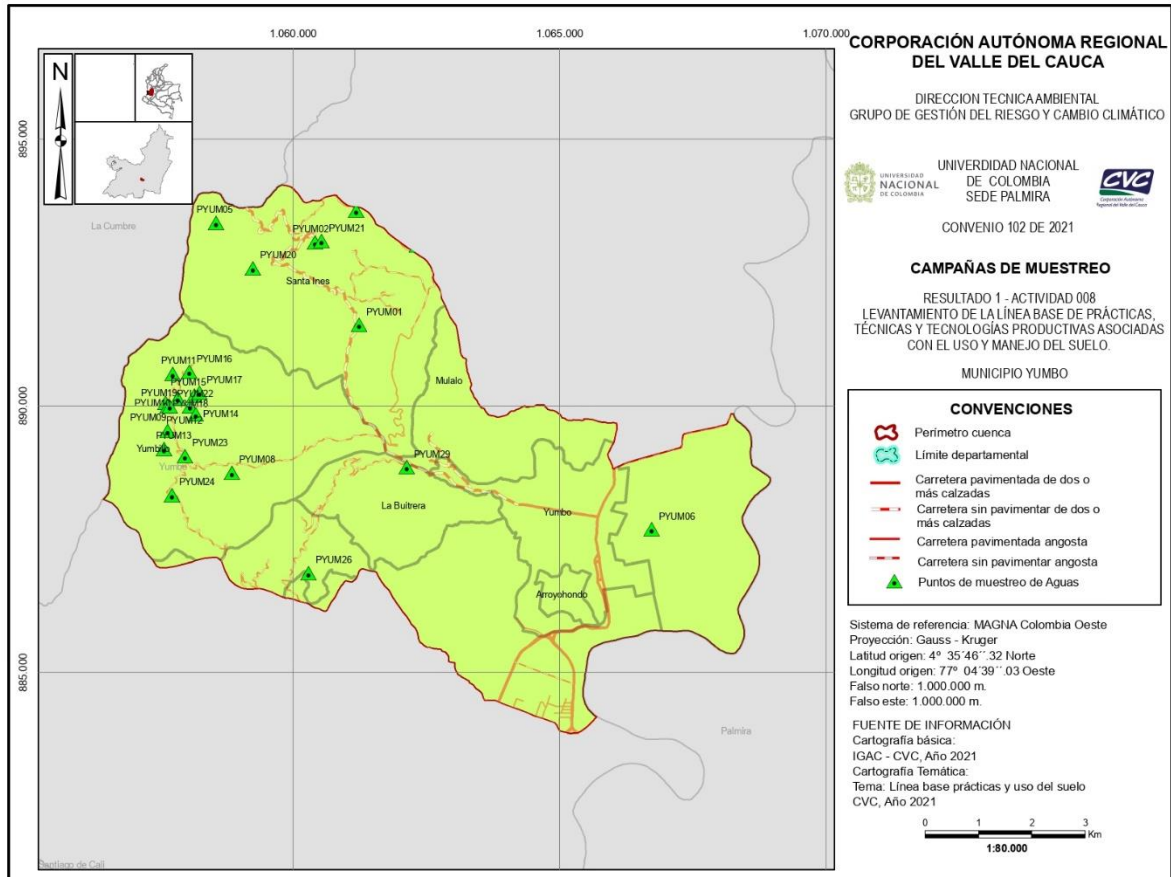


Figura 58. Puntos de muestreo de agua en la cuenca Yumbo (Yumbo).

### 6.5.2. Restricciones de uso del agua para riego: Permeabilidad (efecto sobre la infiltración)

En la **Tabla 86**, se observa que en la cuenca existen restricciones del agua utilizada para riego por su posible efecto de reducción de la velocidad de infiltración del agua en el suelo; en el 65,38% de las muestras se presentaron restricciones severas (RAS entre 0 y 3 y CE <0,2 dS/m); en el 26,92% de las muestras se presentó restricción moderada (RAS entre 0 y 3 y CE entre 0,2 y 0,7 dS/m); solo en el 7,69% de las muestras no se presentaron restricciones. Los predios que no presentan restricciones son los que se encuentran en el corregimiento de Mulalo, zona plana del cruce cuenca/municipio, mientras que el resto de los predios que presentan restricciones moderadas a severas se encuentran en la zona alta y media del cruce, especialmente en los corregimientos de Yumbillo, Santa Ines y Dapa. En estos corregimientos el agua para riego proviene mayormente de quebradas y nacimientos.



**Tabla 81.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: Permeabilidad. Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	RAS	CE (dS/m)	Interpretación
PYUM01	0.25	0.63	Moderada
PYUM02	0.24	0.32	Moderada
PYUM03	0.30	0.19	Severa
PYUM04	0.20	0.23	Moderada
PYUM05	0.15	0.13	Severa
PYUM06	0.93	1.43	Sin Restricción
PYUM07	0.80	1.50	Sin Restricción
PYUM08	0.22	0.34	Moderada
PYUM09	0.17	0.04	Severa
PYUM10	0.28	0.12	Severa
PYUM11	0.18	0.08	Severa
PYUM12	0.18	0.06	Severa
PYUM13	0.18	0.12	Severa
PYUM14	0.18	0.07	Severa
PYUM15	0.16	0.06	Severa
PYUM16	0.19	0.06	Severa
PYUM17	0.18	0.07	Severa
PYUM18	0.19	0.07	Severa
PYUM19	0.18	0.15	Severa
PYUM20	0.21	0.30	Moderada
PYUM21	0.30	0.19	Severa
PYUM22	0.17	0.06	Severa
PYUM23	0.19	0.15	Severa
PYUM24	0.17	0.11	Severa
PYUM26	0.19	0.27	Moderada
PYUM29	0.18	0.56	Moderada

### 6.5.3. Restricciones de uso del agua para riego: Cationes

En la **Tabla 87** se presentan los valores obtenidos de los cationes: Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> en las muestras de agua analizadas. Se observa que ninguno de los predios muestreados presenta restricciones en ninguno de los cationes (Sin Restricción=SR), excepto una muestra de agua tomada en la zona plana del cruce, en el corregimiento de Mulalo, que presenta restricciones en altos contenidos de Mg (>5 meq/l); esta muestra de agua se obtuvo de una fuente subterránea, puede generar toxicidad de Mg si se continúa realizando riego y este se acumula en el suelo.

**Tabla 82.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: Cationes. Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	Ca (meq/l)	Int Ca	Mg (meq/l)	Int Mg	K (meq/l)	Int K	Na (meq/l)	Int Na
PYUM01	2.69	SR	2.70	SR	0.01	SR	0.41	SR
PYUM02	1.43	SR	1.22	SR	0.01	SR	0.28	SR
PYUM03	0.76	SR	0.72	SR	0.00	SR	0.26	SR
PYUM04	0.96	SR	0.88	SR	0.01	SR	0.19	SR
PYUM05	0.53	SR	0.52	SR	0.01	SR	0.11	SR
PYUM06	5.57	SR	5.74	Restricción	0.05	SR	2.22	SR
PYUM07	2.20	SR	2.16	SR	0.11	SR	1.18	SR

Código	Ca (meq/l)	Int Ca	Mg (meq/l)	Int Mg	K (meq/l)	Int K	Na (meq/l)	Int Na
PYUM08	1.45	SR	1.33	SR	0.01	SR	0.26	SR
PYUM09	0.07	SR	0.12	SR	0.06	SR	0.05	SR
PYUM10	0.48	SR	0.36	SR	0.01	SR	0.18	SR
PYUM11	0.17	SR	0.22	SR	0.01	SR	0.08	SR
PYUM12	0.20	SR	0.19	SR	0.01	SR	0.08	SR
PYUM13	0.46	SR	0.40	SR	0.01	SR	0.12	SR
PYUM14	0.18	SR	0.21	SR	0.01	SR	0.08	SR
PYUM15	0.22	SR	0.22	SR	0.01	SR	0.08	SR
PYUM16	0.16	SR	0.22	SR	0.01	SR	0.08	SR
PYUM17	0.21	SR	0.22	SR	0.01	SR	0.08	SR
PYUM18	0.19	SR	0.23	SR	0.01	SR	0.09	SR
PYUM19	0.56	SR	0.57	SR	0.00	SR	0.13	SR
PYUM20	1.38	SR	1.31	SR	0.01	SR	0.24	SR
PYUM21	0.70	SR	0.66	SR	0.02	SR	0.25	SR
PYUM22	0.19	SR	0.20	SR	0.00	SR	0.07	SR
PYUM23	0.56	SR	0.51	SR	0.01	SR	0.14	SR
PYUM24	0.37	SR	0.38	SR	0.01	SR	0.10	SR
PYUM26	1.11	SR	1.04	SR	0.02	SR	0.20	SR
PYUM29	2.73	SR	2.45	SR	0.01	SR	0.29	SR

#### 6.5.4. Restricciones de uso del agua para riego: Aniones

En la **Tabla 88** se presentan los valores de aniones en cada área muestreada; en general, los valores en la mayor parte de las muestras de agua analizadas no presentan restricciones (Sin Restricciones=SR), para usarla en las actividades de riego; sin embargo, los contenidos de carbonatos (CO<sub>3</sub>=), el 15,38% de las muestras se encuentran por encima de los valores normales (>0,10 meq/l, Fuera de Rango=FR), las cuales fueron tomadas en los corregimientos de Santa Inés, La Buitrera y Mulalo; en cuanto los bicarbonatos (HCO<sub>3</sub>-), en el 34,62% de las muestras se presentaron contenidos con una restricción moderada (Moderada=M, entre 1,5 y 8,5 meq/l), y en el 3,85% la restricción fue severa (Severa=S, >8,5 meq/l), los corregimientos donde se obtuvieron estas muestras fueron Santa Inés, La Buitrera, Yumbillo y Mulalo; por otro lado, el 26,92% de las muestras arrojaron contenidos con restricciones moderadas en los contenidos de cloruros (Cl-), lo cual se presentó especialmente en el corregimiento de Yumbillo, aunque también en Santa Inés y Dapa; no se presentaron restricciones en los contenidos de sulfatos (SO<sub>4</sub>=) y fosfatos (PO<sub>4</sub>=).

**Tabla 83.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: Aniones. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	CO <sub>3</sub> (meq/l)	Int CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> (meq/l)	Int HCO <sub>3</sub>	Cl (meq/l)	Int Cl	SO <sub>4</sub> (meq/l)	Int SO <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> (mg/l)	Int PO <sub>4</sub>
PYUM01	0.53	FR	5.50	M	4.31	M	2.08	SR	<0.20	SR
PYUM02	0.35	FR	2.24	M	2.55	SR	0.19	SR	<0.20	SR
PYUM03	0.00	SR	1.47	SR	2.90	SR	0.22	SR	<0.20	SR
PYUM04	0.00	SR	1.94	M	3.70	SR	0.42	SR	<0.20	SR
PYUM05	0.00	SR	0.90	SR	3.70	SR	0.15	SR	<0.20	SR
PYUM06	1.01	FR	8.98	S	2.15	SR	7.95	SR	<0.20	SR
PYUM07	0.00	SR	4.29	M	1.29	SR	4.30	SR	<0.20	SR
PYUM08	0.00	SR	2.58	M	2.64	SR	1.17	SR	<0.20	SR
PYUM09	0.00	SR	0.11	SR	3.08	M	0.21	SR	<0.20	SR
PYUM10	0.00	SR	0.84	SR	3.08	M	0.28	SR	<0.20	SR
PYUM11	0.00	SR	0.33	SR	4.31	M	<0.20	SR	0.25	SR
PYUM12	0.00	SR	0.26	SR	3.70	M	0.00	SR	<0.20	SR
PYUM13	0.00	SR	0.95	SR	2.46	SR	0.16	SR	<0.20	SR
PYUM14	0.00	SR	0.31	SR	2.55	SR	0.05	SR	<0.20	SR

Código	CO3 (meq/l)	Int CO3	HCO3 (meq/l)	Int HCO3	Cl (meq/l)	Int Cl	SO4 (meq/l)	Int SO4	PO4 (mg/l)	Int PO4
PYUM15	0.00	SR	0.44	SR	3.87	M	0.07	SR	<0.20	SR
PYUM16	0.00	SR	0.33	SR	2.46	SR	0.11	SR	<0.20	SR
PYUM17	0.00	SR	0.51	SR	2.90	SR	0.12	SR	<0.20	SR
PYUM18	0.00	SR	0.57	SR	2.11	SR	0.15	SR	<0.20	SR
PYUM19	0.00	SR	1.17	SR	3.87	M	0.32	SR	<0.20	SR
PYUM20	0.00	SR	3.04	M	2.46	SR	0.35	SR	<0.20	SR
PYUM21	0.00	SR	1.52	M	0.26	SR	0.38	SR	<0.20	SR
PYUM22	0.00	SR	0.37	SR	1.94	SR	0.08	SR	<0.20	SR
PYUM23	0.00	SR	0.97	SR	2.02	SR	0.27	SR	<0.20	SR
PYUM24	0.00	SR	0.62	SR	1.32	SR	0.59	SR	<0.20	SR
PYUM26	0.00	SR	2.20	M	2.73	SR	0.63	SR	<0.20	SR
PYUM29	0.97	FR	2.82	M	2.46	SR	4.25	SR	<0.20	SR

### 6.5.5. Restricciones de uso del agua para riego: pH y elementos menores

En la **Tabla 89** se presentan los valores de pH, contenidos de B y Fe en las muestras tomadas en el cruce Yumbo/Yumbo; para su interpretación se tuvo en cuenta la información consignada en (García, Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua para riego (primera parte), 2012) y (García, 2012); destaca principalmente que no se presentó ninguna restricción en las variables, pues los resultados se encontraron en los rangos considerados normales (pH= rango normal entre 6,5 y 8,4; Fe=Sin Restricción <0,1 mg/l; Boro=Sin Restricción < 0,7 mg/l). Solo una muestra presentó un valor de pH mayor al rango considerado normal, pero los contenidos de Fe y B se consideraron como sin restricción, esta muestra se obtuvo en el corregimiento de Santa Inés. Otra muestra obtenida en el corregimiento de Yumbillo presentó una restricción moderada con respecto a los contenidos de B (0,1 a 1,5 mg/l). El 69% de las muestras presentaron un pH ligeramente alcalino (7.4–7.8), el 15% moderadamente alcalino (7.9–8.4) y solo el 3% son neutro (6.5-7.3).

**Tabla 84.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Yumbo/Yumbo: pH y elementos menores. Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	pH	Interpretación pH	Fe (mg/l)	Interpretación Fe	B (mg/l)	Interpretación B
PYUM01	8.25	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM02	7.90	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM03	7.50	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM04	8.55	Fuera del rango	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM05	8.07	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM06	7,00	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.06	Sin restricción
PYUM07	7,45	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.01	Sin restricción
PYUM08	7.71	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM09	6.68	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM10	7.39	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM11	7.49	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.14	Moderada
PYUM12	7.59	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM13	7.78	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM14	7.62	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM15	6.68	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM16	7.74	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM17	7.68	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM18	7.71	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción

Código	pH	Interpretación pH	Fe (mg/l)	Interpretación Fe	B (mg/l)	Interpretación B
PYUM19	7.67	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM20	8.16	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM21	7.70	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM22	7.70	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM23	7.91	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM24	7.79	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM26	7.62	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.00	Sin restricción
PYUM29	8.08	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0.01	Sin restricción

## 6.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CUENCA YUMBO MUNICIPIO YUMBO

### 6.6.1. Conclusiones cuenca Yumbo (Yumbo)

- Se presentan dos condiciones en el cruce Yumbo/Yumbo, zona de ladera y zona plana las cuales tienen características que las diferencian entre sí, como el tipo de suelos, orografía, condiciones limitantes, por lo tanto, las prácticas de manejo del suelo para la producción agrícola varían entre zonas, lo que también genera diferentes efectos sobre el suelo.
- El mayor riesgo de degradación en suelos con pendientes pronunciadas es la erosión hídrica, especialmente durante la temporada de altas precipitaciones. Los sistemas de cultivo presentes en esta cuenca que son: cultivos asociados en multiestrato (café, nogal cafetero, plátano, frutales, arvenses, entre otros), policultivos transitorios con barreras vivas (aromáticas, condimentarias y medicinales), frutales permanentes con coberturas (cítricos, plátano, lulo), que en general, realizan labranza mínima y manejo de arvenses alternando herbicidas, guadañada, plateo alrededor de las plantas, lo cual reduce sustancialmente el riesgo de erosión del suelo; sin embargo, también se presentan algunos sistemas con cultivos limpios que no mantienen una cobertura generalizada sobre el suelo, lo que aunado a las características de susceptibilidad como pendientes y altas precipitaciones generan un alto riesgo de degradación del suelo por erosión.
- En zona de ladera también se presenta riesgo de degradación por acidificación del suelo; que puede ser causado por altas precipitaciones y acumulación de cationes como  $Al^{+++}$ ,  $H^+$  por inadecuadas prácticas de fertilización (empleo desmedido de insumos como urea, sulfato de amonio, fosfato de amonio, entre otros), lo que genera el lavado de las bases del suelo. Por otro lado, la labranza mínima con poco o nulo aporte de insumos que corrijan la acidez del suelo no contribuye a que los sistemas productivos allí establecidos desarrollen todo su potencial, se deben desarrollar prácticas que aumenten el rendimiento de los cultivos (encalado), y a su vez reduzcan la susceptibilidad de degradación del suelo (curvas de nivel, terrazas, barreras vivas, entre otras) o que contribuyan a la recuperación de zonas afectadas por procesos erosivos.

- En este cruce se presentan casos de inconsistencias entre las recomendaciones basadas en las condiciones de suelo y factores condicionantes (pendiente, clima, entre otras), que recomienda la división por clases agrológicas el estudio semidetallado de suelos (IGAC-CVC), y los actuales usos y prácticas agrícolas, lo que genera condiciones de susceptibilidad a la degradación del suelo en dichas áreas, lo cual requiere de un análisis particular de las prácticas de producción y tomar decisiones desde la ingeniería agronómica sobre su permanencia y/o la implementación pronta de prácticas de manejo y conservación que permitan reducir el riesgo de erosión.
- En la zona plana también se presenta riesgo de erosión hídrica por la baja estabilidad estructural de sus agregados y prácticas de cultivo con alto uso de maquinaria para la labranza, así como uso de suelo con baja cobertura durante periodos prolongados en el ciclo del cultivo. Las aguas de riego analizadas muestran restricciones por salinidad y altos contenidos de magnesio.
- La zona de ladera que corresponde al clima medio, en general, presenta deficiencias de potasio, boro, fósforo y zinc, además de altos contenidos de hierro, cobre, calcio y magnesio; se presentan algunos suelos magnésicos y otros fuertemente ácidos con presencia de aluminio; la conductividad hidráulica es de lenta a muy lenta y su estructura es moderadamente estable; en general las pendientes son escarpadas a muy escarpadas, sobre las que predominan cultivos permanentes y semipermanentes. La zona plana de yumbo tiene contenidos medios de materia orgánica, pH neutro a moderadamente alcalino, y presenta altos contenidos de azufre, calcio, magnesio y cobre, además de bajos en boro y zinc, con estructura del suelo inestable y una conductividad hidráulica lenta.

#### **6.6.2. Recomendaciones cuenca Yumbo (Yumbo)**

- Desarrollar un proceso de capacitación permanentemente, junto con las instituciones que hacen presencia en el territorio, universidades, centros de investigación y asociaciones de agricultores, entre otros, que permita unificar criterios y certificar a los asistentes técnicos de la región en prácticas de producción sostenibles.
- Usar el estudio semidetallado de suelos (CVC & IGAC, 2017), en su capítulo de clases de tierras como guía para la planeación y control de los cultivos por corregimientos. Observar las limitaciones por clase agrológica y las recomendaciones de cultivos y prácticas de producción.
- Realizar ensayos de curvas de enclavamiento para corrección de acidez del suelo en las zonas donde se presenten problemas de suelos fuertemente ácidos.
- Promover la adopción y certificación de las Buenas Prácticas Agrícolas en la región para asegurar el seguimiento de las prácticas de cultivo amigables con el suelo.
- Desarrollar y promover los sistemas de producción asociados, en multiestrato y policultivo en las zonas de ladera, así como prácticas de manejo y conservación del suelo.

- Desarrollar e implementar un programa de capacitación dirigido a los agricultores, empresas, asistentes técnicos, estudiantes, comercializadores y proveedores de las cadenas productivas de la región orientado a la conservación del suelo y el ambiente en general, donde se sensibilice acerca de los problemas generados al suelo por la adopción de malas prácticas de producción, como puede afectar el rendimiento de los cultivos, y las fortalezas de la ejecución de Buenas Prácticas Agrícolas.
- Monitorear permanentemente la salud del suelo, pérdidas por erosión, salinización, compactación, acidificación, entre otras, con técnicas sencillas de campo que permitan registrar y evidenciar cómo evoluciona el suelo a través del tiempo.
- Realizar evaluaciones de los suelos magnésicos en la zona plana de la cuenca, para establecer opciones de manejo y corrección que permitan recuperar la calidad del suelo, mejorando la conductividad hidráulica y reduciendo la presión del exceso de pases de maquinaria en la labranza.
- Desarrollar e implementar un programa de capacitación dirigido a los agricultores, empresas, asistentes técnicos, estudiantes, comercializadores y proveedores de las cadenas productivas de la región orientado a la conservación del suelo y el ambiente en general, donde se sensibilice acerca de los problemas generados al suelo por la adopción de malas prácticas de producción, como puede afectar el rendimiento de los cultivos, y las fortalezas de la ejecución de Buenas Prácticas Agrícolas.
- Monitorear permanentemente la salud del suelo, pérdidas por erosión, salinización, compactación, acidificación, entre otras, con técnicas sencillas de campo que permitan registrar y evidenciar cómo evoluciona el suelo a través del tiempo.
- Implementar programas de manejo y conservación de suelos en la zona de ladera, que incluyan el monitoreo permanente de la pérdida de suelos por erosión y prácticas que reduzcan la velocidad del agua de escorrentía y así evitar su acción erosiva.

## 7. LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN CULTIVOS PRIORIZADOS DE LA CUENCA TULUÁ, MUNICIPIO TULUÁ

En general el factor que más condiciona el uso de las prácticas de producción de cultivos es la topografía del terreno, permitiendo, o no, la posibilidad de mecanización y por tanto las tecnologías que se pueden implementar para realizar las prácticas; en las zonas planas y onduladas con posibilidad de realizar mecanización predomina los agricultores empresariales que cultivan áreas medianas y grandes; en las zonas de ladera escarpadas predomina la agricultura “tradicional” de productores que manejan pequeñas a medianas áreas que difícilmente se pueden mecanizar. Esto permite crear zonas que, con algunas excepciones, comparten prácticas, y en ocasiones especies plantadas, en los diversos cultivos a los que manejan.

La presencia de lluvias constantes, y en determinados momentos abundantes, en buena parte del año asociada con las pendientes escarpadas en gran parte de la zona de ladera de la cuenca, provocan que el mayor de los riesgos de degradación de estos suelos sea la erosión hídrica la cual se presenta en mayor o menor intensidad dependiendo de las prácticas, técnicas y tecnologías que se practiquen en los terrenos con coberturas de cultivos.

### 7.1 SELECCIÓN DE CULTIVOS Y CORREGIMIENTOS

En el levantamiento de información primaria en las cuencas (vigencia 2022) se tuvo en cuenta la información de coberturas reportada en la cartografía temática de CVC (actualizada a 2015), esta información se complementó con los reportes de cultivos en las “Evaluaciones Agropecuarias” realizados por la SEDAMA de Tuluá para el año 2020 (información más reciente disponible en las bases de datos nacionales y disponibles para consulta). Con esta información se realizaron reuniones previas con los funcionarios de esta institución, los cuales verificaron los datos suministrados y contribuyeron a preseleccionar cultivos y número de predios a visitar de acuerdo con el área del cultivo en el cruce cuenca/municipio, disponibilidad de los agricultores a permitir el trabajo en sus predios y vía de acceso de fácil tránsito. Finalmente, para el cruce/municipio Tuluá/Tuluá se seleccionaron los cultivos y cantidad de puntos de levantamiento de información de acuerdo con lo observado en la **Tabla 85**.

**Tabla 85.** Información de cultivos levantamiento información primaria Tuluá/Tuluá. Fuente: Elaboración propia.

Cultivo	Corregimiento	Puntos levantamiento información primaria
Café	La Diadema, Monteloro y San Lorenzo	27
Papa criolla	Santa Lucía	7
Soya	Nariño y Tres Esquinas	6
Mora	La Diadema y Monteloro	5
Cítricos (Limón)	La Palmera y Monteloro	4
Lulo	La Diadema y San Lorenzo	2
Maíz	La Palmera y Nariño	2
Plátano	Monteloro y San Lorenzo	2
Aguacate	Tres Esquinas	1
Tomate de árbol	La Diadema	1

Cultivo	Corregimiento	Puntos levantamiento información primaria
Fresa	Santa Lucía	1
Habichuela	San Lorenzo	1
Tomate	San Lorenzo	1
Ají	Tres Esquinas	1
<b>Total</b>		<b>61</b>

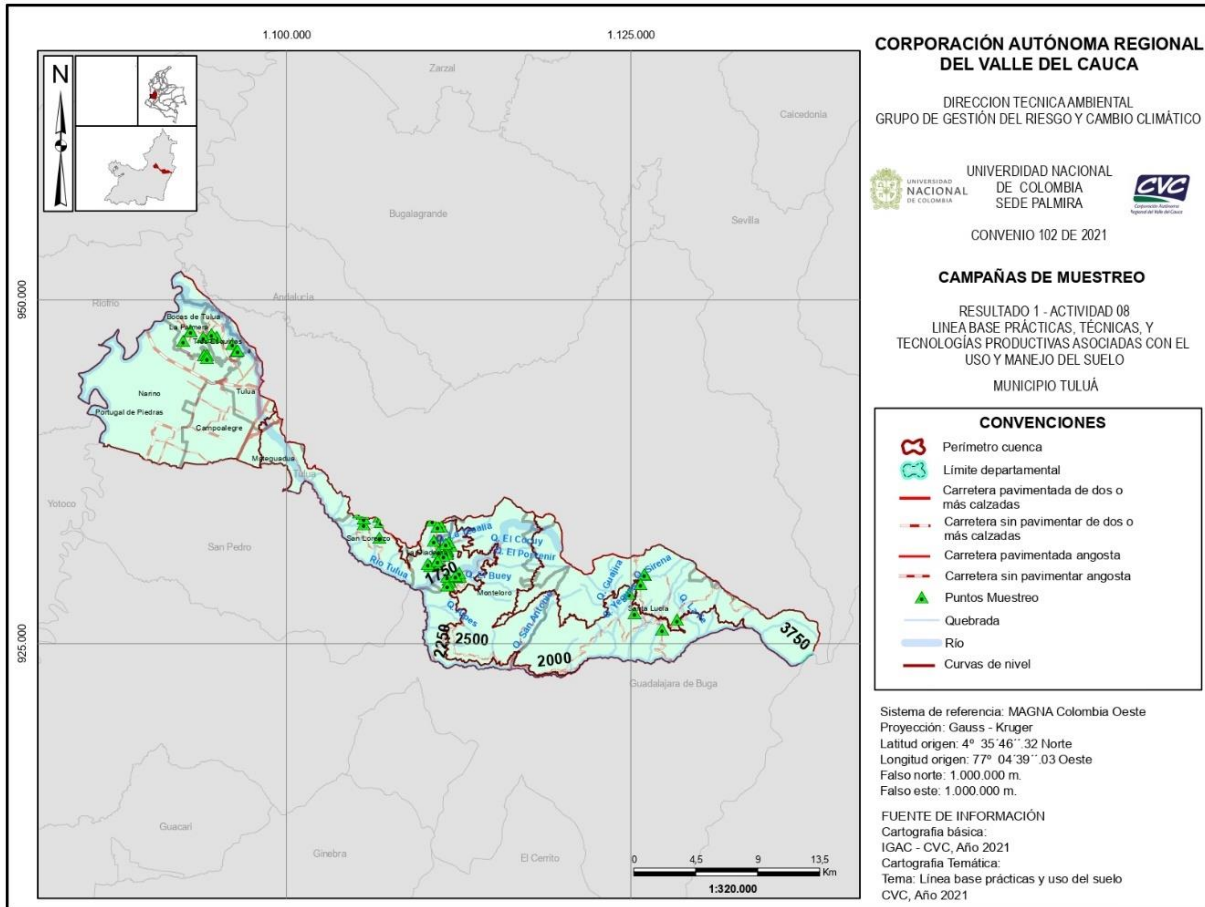
Los cultivos y predios que se incluyeron para el levantamiento de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo en la cuenca Tuluá (municipio Tuluá) se presentan en la **Tabla 86**. Esta información es de gran relevancia para ser presentada a técnicos y profesionales agrícolas, que ofrecen sus servicios en el área, de los cuales se recibió importante apoyo para la preselección de predios. En la **Figura 59** se observa la ubicación de los puntos de levantamiento de información seleccionados.

**Tabla 86.** Datos puntos de levantamiento de información primaria en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: Elaboración Propia.

Código	Nombre	Cultivo	Corregimiento	Latitud	Longitud
PTUL01	Olga Patricia Hoyos	Cítricos	Monteloro	3,959127	-76,070986
PTUL02	Jesús Hoyos	Café	Monteloro	3,960674	-76,066520
PTUL03	Leonardo Sánchez	Café	Monteloro	3,961100	-76,063995
PTUL04	Orlando Silva	Café	Monteloro	3,963694	-76,064106
PTUL05	Giovanny Patiño	Café	Monteloro	3,957814	-76,070761
PTUL06	Judi López	Café	Monteloro	3,955331	-76,071115
PTUL07	Julián Restrepo	Café	Monteloro	3,955234	-76,072198
PTUL08	Rigoberto Hoyos	Café	Monteloro	3,961194	-76,072333
PTUL09	Jaime Hoyos	Plátano	Monteloro	3,961676	-76,066869
PTUL10	José María García	Mora	Monteloro	3,981604	-76,069865
PTUL11	Juan García	Mora	Monteloro	3,984044	-76,071324
PTUL12	Jaciel Hernández	Lulo	La Diadema	3,978260	-76,072743
PTUL13	Marinela	Café	La Diadema	3,977693	-76,073161
PTUL14	Yamile Muñoz	Café	Monteloro	3,979073	-76,072163
PTUL15	Amparo Agudelo	Café	Monteloro	3,977864	-76,071992
PTUL16	Guillermo Acosta	Café	Monteloro	3,976462	-76,072088
PTUL17	Eduardo Arango	Café	Monteloro	3,976109	-76,072700
PTUL18	Pedro Luis	Tomate de árbol	La Diadema	3,982814	-76,073104
PTUL19	Sonelida Zapata	Mora	La Diadema	3,998254	-76,081991
PTUL20	Humberto Arboleda	Mora	La Diadema	3,994383	-76,076045
PTUL21	Anselmo Gutiérrez	Mora	La Diadema	3,993911	-76,078329
PTUL22	Javier Ospina	Café	La Diadema	3,985019	-76,080971
PTUL23	Marisol Espinosa	Café	La Diadema	3,977543	-76,078023
PTUL24	Joaquín Sánchez	Café	La Diadema	3,969888	-76,079814
PTUL25	Arnulfo Carvajal	Café	La Diadema	3,968030	-76,083139
PTUL26	Ana María Silva	Café	La Diadema	3,975039	-76,074483
PTUL27	Joaquín Rosero	Café	La Diadema	3,969415	-76,084710
PTUL28	Juan Carlos	Café	La Diadema	3,971399	-76,078292
PTUL29	Julio Botero	Papa criolla	Santa Lucía	3,962320	-75,943009
PTUL30	Diego Espinel	Papa criolla	Santa Lucía	3,926377	-75,931919
PTUL31	Carlos Uribe	Papa criolla	Santa Lucía	3,937114	-75,949643
PTUL32	Evelio Sánchez	Papa criolla	Santa Lucía	3,950064	-75,953131



Código	Nombre	Cultivo	Corregimiento	Latitud	Longitud
PTUL33	Albeiro Sánchez	Papa criolla	Santa Lucia	3,988246	-75,879403
PTUL34	Yilder Herrera	Papa criolla	Santa Lucia	3,962541	-75,943282
PTUL35	Esteban Campo	Papa criolla	Santa Lucia	3,932712	-75,922037
PTUL36	Jairo Giraldo	Fresa	Santa Lucia	3,956146	-75,945893
PTUL37	José Senon Ríos	Café	San Lorenzo	4,017919	-76,129324
PTUL38	Hermes Gómez	Café	San Lorenzo	3,995683	-76,126590
PTUL39	Ramón Elías Osorio	Café	San Lorenzo	3,999354	-76,126837
PTUL40	Melquise de Guerrero	Habichuela	San Lorenzo	4,004067	-76,128839
PTUL41	Julián Andrés Pulido	Plátano	San Lorenzo	3,986692	-76,116332
PTUL42	Miguel Arcángel Vélez	Café	San Lorenzo	4,017614	-76,129777
PTUL43	Gloria Urbano	Café	San Lorenzo	4,000730	-76,116618
PTUL44	Luis Eduardo Tascón	Café	San Lorenzo	4,005336	-76,105375
PTUL45	Juan Manuel Medina	Café	San Lorenzo	4,001040	-76,114171
PTUL46	Alexander Narváez	Lulo	San Lorenzo	3,997013	-76,115409
PTUL47	Bertulfo Escudero	Café	San Lorenzo	4,002565	-76,127183
PTUL48	Carlos Antonio Torres	Tomate	San Lorenzo	4,003491	-76,129738
PTUL49	Luis Rubiano	Soya	Nariño	4,106783	-76,230959
PTUL50	Luis Rubiano	Soya	Nariño	4,107196	-76,229052
PTUL51	Luis Rubiano	Soya	Nariño	4,104910	-76,229052
PTUL52	Luis Rubiano	Maíz	Nariño	4,101657	76,228814
PTUL53	Jesús Sanclemente	Ají	Tres Esquinas	4,114177	-76,212643
PTUL54	Jesús Sanclemente	Soya	Tres Esquinas	4,109568	-76,209948
PTUL55	Jesús Sanclemente	Soya	Tres Esquinas	4,109848	-76,209323
PTUL56	José María Tello	Soya	Tres Esquinas	4,118828	-76,222979
PTUL57	Francisco Lasso	Limón	La Palmera	4,116118	-76,244502
PTUL58	Francisco Lasso	Limón	La Palmera	4,122945	-76,239875
PTUL59	Francisco Lasso	Limón	La Palmera	4,122945	-76,239875
PTUL60	Jairo Muñoz	Aguacate	Tres Esquinas	4,120691	-76,226341
PTUL61	Jorge Hurtado	Maíz	La Palmera	4,118708	-76,231462



**Figura 59.** Ubicación de puntos levantamiento de información primaria incluidos en el estudio cuenca Tuluá (Tuluá).

El análisis realizado permitió seleccionar predios representativos de cultivos predominantes en la cuenca Tuluá (Tuluá). A continuación, se presenta la descripción general de algunos cultivos priorizados.

**Sistemas productivos en las zonas planas y ligeramente onduladas:**

- **Monocultivo tecnificado altamente mecanizado:** Se destaca la rotación soya-maíz industrial. En esta zona del Valle del Cauca, correspondientes a las riberas del río Cauca de la cuenca Tuluá/Tuluá se producen cultivos altamente tecnificados, además de soya y maíz, cítricos y ají. Estos cultivos están totalmente tecnificados desde la preparación del terreno hasta la cosecha y existe para ellos toda una red de proveedores de servicios tecnológicos e insumos con alta presencia institucional como el caso de Fenalce, ICA, Agrosavia, Sena, entre otras; además se está convirtiendo en una alternativa de producción en el Valle del Cauca dado que la producción nacional de maíz puede sustituir las altas importaciones de este grano, lo cual fue planteado por el gobierno nacional.

---

### Sistemas Productivos en las zonas de ladera ondulada:

- **Monocultivo semi-mecanizado:** Corresponde a los cultivos de papa y fresa de la zona de Santa Lucía, se presentan predios de grandes extensiones con sistemas de aparcería y arrendamiento que se dedican a la ganadería extensiva pero tienen áreas de cultivos tecnificados de alto rendimiento, se implementan sobre terrenos ondulados y de pendiente media que permiten su mecanización, a pesar de que las vías de acceso están en muy mal estado; se cultiva papa amarilla y fresa para comercializar en el Valle del Cauca y Tolima ya que este corregimiento está cerca del límite de estos dos departamentos.

### Sistemas Productivos en las zonas de ladera escarpada y muy escarpada:

- **Cultivo asociado agroforestal (Café + Nogal + Plátano + Cítricos):** Es un cultivo multiestrato que permite reducir sustancialmente la acción erosiva de la lluvia sobre el suelo. Generalmente son cultivos a los que no se les suministra riego, dependen de las lluvias para su mantenimiento y producción. Regularmente no usan plaguicidas químicos para su producción a menos que sea necesario, hacen fertilización orgánica y química, su producción se comercializa en parte directamente a los consumidores en mercados que regularmente realizan en las poblaciones cercanas y que son promovidos como orgánicos o de producción limpia.

Corresponde a las zonas altas de la cuenca, se encuentran en los corregimientos de Yumbillo, Santa Inés, La Buitrera, Dapa, se encuentran sobre inceptisoles y entisoles propios de la región, sus prácticas de producción tienen una gran influencia del comité de cafeteros local que recomienda prácticas desarrolladas por Cenicafé en cuanto a prácticas de cultivo como en manejo y conservación de suelos, también el SENA realiza capacitaciones en manejo agroecológico de cultivos con prácticas como elaboración de compostajes, bocachi, bioles, control biológico que son aplicadas de forma intermitente.

El ICA ha realizado intervenciones para certificar algunos predios en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), pero la adopción es temporal ya que la certificación implica esfuerzos administrativos y de recursos que difícilmente son reconocidos en el mercado ya que tan solo en almacenes muy especializados como las grandes superficies se exige esta certificación y/o se paga un precio diferencial por la misma, lo que desestimula la certificación y el agricultor termina abandonando el proceso. La Umata tiene una alta influencia en la zona con mejora de las prácticas de los agricultores ya que tiene una organización con personal en cada corregimiento que realiza visitas periódicas.

- **Monocultivo no mecanizado (café, cítricos o plátano):** Son cultivos en un solo estrato que deja una parte del suelo descubierto. Se presenta en lotes de diferentes tamaños que están sembrados a distancias variables de acuerdo con la especie. Son cultivos permanentes o semipermanentes. Presentan una mayor susceptibilidad a la erosión hídrica ya que las gotas de lluvia caen sobre el cultivo, pero en las calles caen directamente al suelo que, aunque regularmente está cubierto de arvenses, en algunas fincas acostumbran a limpiar todo el terreno ocasionando un grave riesgo de erosión.

### Especies de plantas cultivadas:

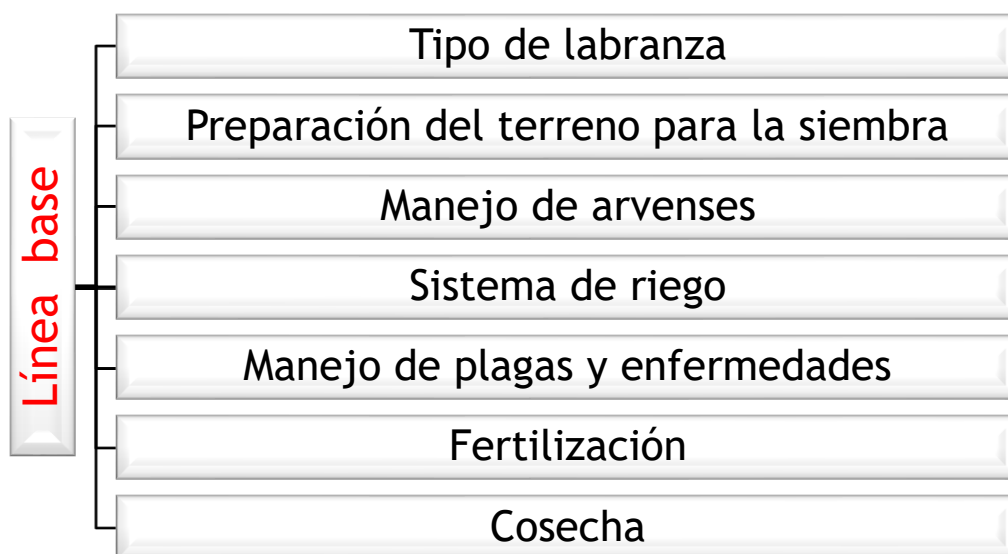
- **Café (asociado con plátano, frutales y árboles maderables):** Con 3.201 ha, ocupa el primer lugar en cuanto a área plantada en la zona (excluyendo la caña de azúcar), representa el 61,09% de todos los cultivos establecidos en el municipio. Se produce en gran parte de forma tradicional, con bajas aplicaciones de insumos para fertilizantes, manejo de plagas, enfermedades o herbicidas, bajo uso de maquinaria para las labores culturales y sin uso de riego suplementario.
- **Papa criolla:** Con 250,00 ha es el cuarto cultivo con mayor área en el municipio, representa el 4,77% del área cultivada del municipio (excluyendo los cultivos de caña de azúcar), plantado por agricultores semi-tecnificados que manejan pequeñas y medianas extensiones del cultivo. Utilizan algunos insumos como fertilizantes, agroquímicos para el manejo de plagas y enfermedades, herbicidas, entre otros, cuentan con riego.
- **Soya:** No se encuentra reportado en el portal de datos abiertos del gobierno nacional, sin embargo, cada vez más son los agricultores los que siembran esta especie en la zona plana del municipio de Tuluá, plantado por agricultores tecnificados que manejan grandes extensiones exclusivamente. Se utiliza maquinaria agrícola y equipos especializados en las diferentes prácticas del cultivo como: labranza, siembra, fertilización, abonamiento, aplicación de plaguicidas y cosecha.
- **Mora:** Cuenta con 122,50 ha que representan el 2,34% del área sembrada en el municipio (sin tener en cuenta la caña de azúcar), lo cultivan agricultores de la zona de ladera del municipio, utilizando una agricultura semi-técnicada en la que predomina el uso de insumos para el manejo de plagas y enfermedades.
- **Cítricos (Limón):** Se reportan 51,00 ha de cítricos en el municipio, representa el 0,97% del área sembrada de cultivos agrícolas (excluyendo la caña de azúcar). El tipo de agricultura predominante en la ladera es semi-tecnificada y en zona plana predomina la tecnificada, en esta última se utiliza maquinaria agrícola para la preparación del terreno.
- **Lulo:** Se reportan 117 ha de cítricos en el municipio, que representan el 2,23% del área sembrada de cultivos agrícolas (excluyendo la caña de azúcar). El tipo de agricultura predominante es la semi-tecnificada, usan una cantidad de insumos importantes para el manejo de plagas y enfermedades, arvenses y la fertilización del cultivo.
- **Maíz:** Se reportan 60 ha en el municipio, representando el 1,15% del área cultivada, plantado por agricultores tecnificados que manejan grandes extensiones del cultivo. Se utiliza maquinaria y otro tipo de tecnologías para diferentes etapas del cultivo que abarcan desde la preparación del terreno hasta la cosecha.
- **Plátano:** Representa a las musáceas que en conjunto tienen un área de siembra de 1017 ha (541 y 476 ha de banano y plátano, respectivamente), que ocupan el 19,41% del área sembrada en el municipio; es manejado por agricultores tradicionales, algunos utilizan insumos para la fertilización o manejo de plagas, enfermedades y arvenses.
- **Aguacate:** Con 42 ha, representa el 0,80% del área cultivada en el municipio (sin tener en cuenta la caña de azúcar). Es un tipo de cultivos manejado por agricultores semi-

tecnificados y tradicionales. Son cultivos permanentes. Se utiliza una batería de insumos para el manejo de plagas, enfermedades, arvenses, fertilización, entre otros.

- **Tomate de árbol:** No se encuentra referenciado en la información disponible en el portal de datos abiertos del gobierno nacional, pero de acuerdo con la SEDAMA de Tuluá, es un cultivo que ha tomado importancia en los últimos años en la región; se produce habitualmente de forma semi-tecnificada, especialmente mediante el uso de insumos agrícolas para el manejo de plagas y enfermedades.
- **Fresa:** Se encuentra sembrada en alrededor de 14,50 ha que representan el 0,28% de los cultivos agrícolas del municipio (sin tener en cuenta a la caña de azúcar); se produce en pequeñas a medianas extensiones, se hace uso de maquinaria para la labranza del terreno, se usan insumos para el manejo de plagas y enfermedades, se utiliza acolchado plástico, entre otros.
- **Habichuela:** Se encuentra sembrada en alrededor de 13 ha que representan el 0,25% de los cultivos agrícolas del municipio (sin tener en cuenta a la caña de azúcar); se produce en pequeñas extensiones, de forma semi-tecnificada, se usan insumos para el manejo de plagas y enfermedades.
- **Tomate:** Se siembra en 36 ha, 0,69% del total del área sembrada en el municipio, se inclina a la adopción de prácticas tecnificadas para aumentar el rendimiento; se utiliza una batería de insumos para el manejo de plagas y enfermedades, pues el cultivo es muy susceptible.
- **Ají:** Es una hortaliza de la familia *Solanacea* similar al tomate y pimentón. El ají está creciendo entre los productores tecnificados y semi-tecnificados de la zona plana. Se tomó como referencia de otras hortalizas que comparten prácticas de producción. Se desarrolla bajo manejos tecnificados y semi-tecnificados, en los cuales se utiliza riego por goteo, coberturas plásticas.

## 7.2 LINEA BASE SOBRE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

La elaboración de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo de suelos en cultivos de la cuenca Tuluá, municipio Tuluá, se consolidó a partir de información primaria proveniente de encuestas, entrevistas individuales a técnicos y profesionales agrícolas, y entrevistas a grupos de expertos de la región. El enfoque del análisis se presenta en la **Figura 60**.



**Figura 60.** Enfoque del análisis para la elaboración de la línea base de prácticas agronómicas en cultivos agrícolas.

### 7.2.1. Tipo de labranza

En la cuenca Tuluá, municipio Tuluá, se presentan cuatro tipos de labranza: cero, mínima, mecanizada liviana y mecanizada pesada. Como se observa en la **Tabla 87**, la labranza mínima es el sistema más usado (63,93% de los predios), seguido de la labranza mecanizada liviana (14,75%), labranza mecanizada pesada (11,48%) y labranza cero (6,90%).

**Tabla 87.** Tipo de labranza en la cuenca Tuluá (Tuluá).

Tipo de labranza	Monteloro	La Diadema	Santa Lucia	San Lorenzo	Nariño	Tres Esquinas	La Palmera	Total	Total (%)
Labranza cero	4	1	0	1	0	0	0	6	9.84
Labranza mínima	10	12	6	10	0	1	0	39	63.93
Labranza mecánica liviana	1	0	0	1	0	4	3	9	14.75
Labranza mecánica pesada	0	0	2	0	4	0	1	7	11.48
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>61</b>	<b>100.0</b>

La labranza mínima consiste en realizar la preparación del suelo solo en el lugar donde se sembrarán las plantas, principalmente se hacen hoyos en el suelo hasta los 50 cm de profundidad, en ocasiones al cual se le adiciona materia orgánica, cal viva como desinfectante o cal agrícola, entre otros, y posteriormente se deposita la planta a sembrar; se usa en cultivos con prácticas tradicionales, como: café, cítricos, mora, lulo, tomate de

árbol, papa criolla, habichuela, plátano, tomate y aguacate, en zonas de ladera con pendientes escarpadas y muy escarpadas donde no se puede utilizar maquinaria pesada, como los tractores, también se implementa en la zona plana.

La labranza mecanizada liviana se realiza principalmente en la zona plana en los corregimientos de Tres Esquinas y La Palmera, en los cultivos de ají, soya y limón; consiste en el uso de motocultores con arado de discos, vertedera o rastrillo, los cuales no realizan la labranza demasiado profunda, entre los 30 y 40 cm.

La labranza mecanizada pesada se realiza principalmente en la zona plana en los corregimientos de Nariño y La Palmera, en los cultivos de soya y maíz, aunque también se registra en el corregimiento de Santa Lucía en la zona alta de la cuenca, en cultivos de papa criolla; consiste en el uso de tractores arán en suelo con diferentes aperos entre los que destacan discos, vertedera, rastrillo, aproximadamente entre los 30 y 50 cm, dependiendo de la profundidad requerida para el cultivo (usualmente hasta los 30 cm), sin embargo, la potencia de esta maquinaria posibilita el volteo del suelo con mayor eficiencia.

La labranza cero consiste en la siembra de las especies a cultivar directamente sobre el suelo (a escasos centímetros de la superficie), sin realizar ningún tipo de preparación, hoyo, adición de insumo o abono que requiera su incorporación en el suelo; se realiza en la zona media y alta de la cuenca en los corregimientos de Monteloro, La Diadema y San Lorenzo, en cultivos como café y plátano.

En la **Tabla 88**, se presentan los tipos de labranza que se utilizan en los cultivos incluidos en el estudio de línea base.

**Tabla 88.** Tipo de labranza en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Tipo de Labranza (Número de predios)
Café	Labranza mínima (21), labranza cero (5) y labranza mecanizada liviana (1)
Papa criolla	Labranza mínima (6) y labranza mecanizada pesada (1)
Soya	Labranza mecanizada pesada (3) y labranza mecanizada liviana (3)
Mora	Labranza mínima (4) y labranza mecanizada liviana (1)
Cítricos (Limón)	Labranza mecanizada liviana (3) y labranza mínima (1)
Lulo	Labranza mínima (2)
Plátano	Labranza cero (1) y labranza mínima (1)
Maíz	Labranza mecanizada pesada (2)
Tomate de árbol	Labranza mínima (1)
Fresa	Labranza mecanizada pesada (1)
Habichuela	Labranza mínima (1)
Tomate	Labranza mínima (1)
Ají	Labranza mecanizada liviana (1)
Aguacate	Labranza mínima (1)

## 7.2.2. Preparación del terreno para la siembra

Las prácticas de preparación del terreno para la siembra en los cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá), son en su orden hoyado (63,93%), rastra y surcado (14,75%), a nivel del suelo (9,84%), rastra, surcado y encamado (4,92%), cincelado, subsolado y encamado (3,28%), rastra (1,64%) y cincel y rastra (1,64%). En la **Tabla 89** se incluyen la clasificación del sistema de siembra por tipo de cultivo y se explica su alcance en los predios evaluados.

**Tabla 89.** Sistema de siembra en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Sistema de Siembra (número de predios)
Café	Hoyado (21), a nivel del suelo (5) y rastra (1)
Papa criolla	Hoyado (6) y rastra y surcado (1)
Soya	Rastra y surcado (6)
Mora	Hoyado (4) y rastra y surcado (1)
Cítricos (Limón)	Rastra, surcado y encamado (3) y hoyado (1)
Lulo	Hoyado (2)
Plátano	A nivel del suelo (1) y hoyado (1)
Maíz	Cincel y rastra (1); rastra y surcado (1)
Tomate de árbol	Hoyado (1)
Fresa	Cincelado, subsolado y encamado (1)
Habichuela	Hoyado (1)
Tomate	Hoyado (1)
Ají	Cincelado, subsolado y encamado (1)
Aguacate	Hoyado (1)

Posterior a la labranza en los diferentes cultivos se procede a realizar la siembra. En los cultivos de café, papa criolla, mora, plátano, tomate de árbol, habichuela, tomate y aguacate, la siembra se realiza como se describe a continuación:

- **Hoyado y Siembra:** Para la siembra se hace un hoyo en el suelo a la distancia de siembra definida para cada cultivo, al que se le aplica materia orgánica, cal viva (para desinfección) o cal agrícola (como acondicionador del suelo o fertilizante), posteriormente se deposita en su interior la especie seleccionada y se adiciona suelo para tapar el hoyo.

Posterior a la labranza (dependiendo de los aperos y herramientas que se utilicen: rastra, cincel, discos, surcadora, entre otros), en algunos predios que cultivan café, papa criolla, soya, mora, cítricos, maíz, fresa y ají, se procede a realizar un trazado (línea, generalmente), sobre el suelo en el que depositar las semillas (granos o esquejes) de forma manual o mecanizada, dependiendo de si se presentan fuertes desniveles en el terreno. En los predios que poseen acceso a sistemas de riego localizado proceden a instalarlo.

## 7.2.3. Manejo de arvenses

El manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Tuluá (municipio Tuluá), se realiza principalmente complementando el manejo manual (guadaña, azadón, machete, entre otras) con el uso de herbicidas (57,38% de los predios), seguido del uso exclusivo de herbicidas



(16,39%), de forma manual (16,39%), que abarca el uso de guadañas o herramientas como azadón, machete, entre otros; y por último el manejo cultural y manual (9,84%), que consiste en el integrar prácticas de manejo de arvenses como actividades regulares en los cultivos, tales como plateo, aporque, entre otras. En la **Tabla 90** se presenta la información obtenida de las prácticas desarrolladas para el manejo de las arvenses en los cultivos por corregimiento.

**Tabla 90.** Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por corregimiento.

Tipo de labranza	Monteloro	La Diadema	Santa Lucía	San Lorenzo	Nariño	Tres Esquinas	La Palmera	Total	Total (%)
Herbicidas	0	1	3	0	4	1	1	10	16.39
Manual	1	2	4	3	0	0	0	10	16.39
Herbicidas y manual	12	7	1	8	0	4	3	35	57.38
Cultural y manual	2	3	0	1	0	0	0	6	9.84
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>61</b>	<b>100.0</b>

En la **Tabla 91** se menciona el tipo de manejo de las arvenses por cultivo y número de predios que lo realizan. En el cultivo de café destaca el manejo complementario de herbicidas y manual (19 de los 27 predios con este cultivo).

**Tabla 91.** Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por cultivo.

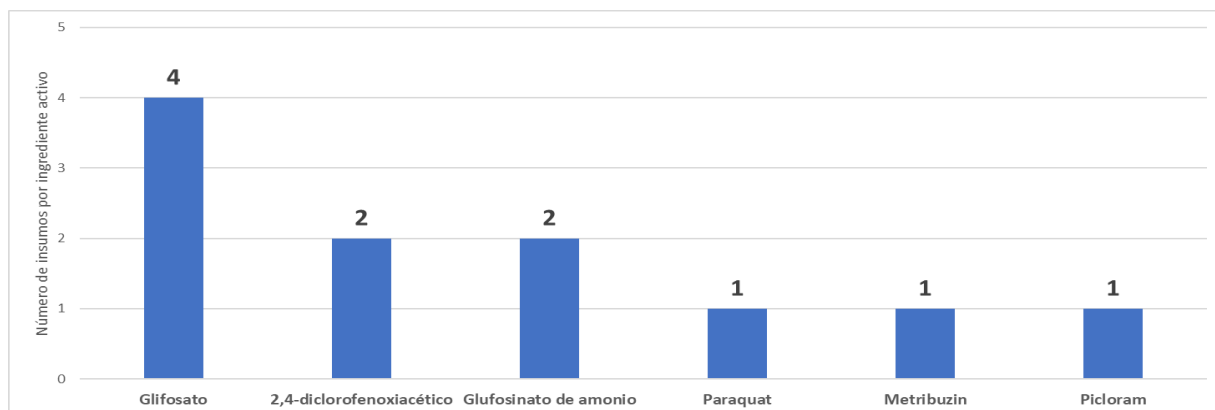
Cultivo	Tipo de Labranza (Número de predios)
Café	Herbicidas y manual (19), cultural y manual (5), manual (2) y herbicidas (1)
Papa criolla	Herbicidas (3), manual (3) y herbicidas y manual (1)
Soya	Herbicidas (3) y herbicidas y manual (3)
Mora	Herbicidas y manual (3) y manual (2)
Cítricos (Limón)	Herbicidas y manual (4)
Lulo	Cultural y manual (1) y manual (1)
Plátano	Herbicidas y manual (2)
Maíz	Herbicidas (2)
Tomate de árbol	Herbicidas y manual (1)
Fresa	Manual (1)
Habichuela	Manual (1)
Tomate	Herbicidas y manual (1)
Ají	Herbicidas y manual (1)
Aguacate	Herbicidas (1)

En la **Tabla 92** se presentan los ingredientes activos usados en los predios para el manejo de arvenses; gran parte de los predios no usan ninguno insumo, pero en los que sí, en especial las aromáticas-medicinales, el principal ingrediente activo es Paraquat, seguido de Glifosato y Linuron; el Glifosato también se usa en algunos predios que cultivan café y cítricos.

**Tabla 92.** Ingredientes activos usados para manejo de arvenses en la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Ingredientes activos usados en el manejo de arvenses (Número de predios)
Café	Glifosato (19), Ninguno (7), 2,4-diclorofenoxiacético (1), Glufosinato de amonio (1), Paraquat (1)
Papa criolla	Metribuzin (4), Ninguno (3), Glifosato (1)
Soya	Glifosato (4), Glufosinato de amonio (3), Atrazina (2)
Mora	Glifosato (3), Ninguno (2)
Cítricos (Limón)	Paraquat (3), Glifosato (1)
Lulo	Ninguno (2)
Plátano	Glifosato (2), 2,4-diclorofenoxiacético (1)
Maíz	Glufosinato de amonio (2), Glifosato (1)
Tomate de árbol	Picloram (1)
Fresa	Ninguno (1)
Habichuela	Ninguno (1)
Tomate	Glifosato (1)
Ají	Glifosato (1), Glufosinato de amonio (1)
Aguacate	Glifosato (1)

En la **Figura 61**, se presentan los ingredientes activos más usados para el manejo de arvenses en los distintos cultivos de la cuenca Tuluá (municipio Tuluá); el Glifosato es el ingrediente más usado, seguido del 2,4-diclorofenoxiacético y Glufosinato de amonio.



**Figura 61.** Ingredientes activos de los herbicidas para el manejo de arvenses en la cuenca Yumbo (Yumbo).

#### 7.2.4. Sistema de riego

De acuerdo con la información de la **Tabla 98**, el 60,66% de los predios de la cuenca Tuluá (municipio Tuluá), no poseen sistemas de riego; en el restante 39,34% se realiza riego, por aspersión (31,15%), goteo (6,56%) y microaspersión (1,64%), estos dos últimos sistemas de riego permiten un uso más eficiente del agua. Los predios que no cuentan con sistemas de riego cultivan generalmente especies que se encuentran adaptadas a los regímenes de precipitaciones que se presentan en la región, sin embargo, debido al actual contexto de cambio y variabilidad climática, en el que las temporadas de altas precipitaciones no se ajustan a los registros históricos tanto en cantidad como en la temporada en que se presentan, los rendimientos esperados podrían verse afectados, así mismo la sostenibilidad y viabilidad económica del cultivo.

**Tabla 93.** Sistema de riego en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por corregimiento.

Sistema Riego	Monteloro	La Diadema	Santa Lucia	San Lorenzo	Nariño	Tres Esquinas	La Palmera	Total	Total (%)
No tiene	14	13	0	10	0	0	0	37	60.66%
Aspersión	1	0	7	2	4	4	1	19	31.15%
Goteo	0	0	1	0	0	0	3	4	6.56%
MA*	0	0	0	0	0	1	0	1	1.64%
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>61</b>	<b>100.0%</b>

\*MA: Microaspersión.

En la **Tabla 94** se presenta la información de sistemas de riego por cultivo y por número de predios. La totalidad de los cultivos de café carecen de sistemas de riego son altamente dependientes de las precipitaciones que se presenten; cultivos de la zona plana y de la zona más alta de la cuenca presentan sistemas de riego, como la papa criolla, fresa (zona alta), soya, maíz y ají (zona plana).

**Tabla 94.** Sistema de riego en cultivos de la cuenca Yumbo (Yumbo).

Cultivo	Sistema de Riego (Número de predios)
Café	No tiene (27)
Papa criolla	Aspersión (7)
Soya	Aspersión (6)
Mora	No tiene (4), Aspersión (1)
Cítricos (Limón)	Goteo (3), No tiene (1)
Lulo	No tiene (2)
Plátano	No tiene (2)
Maíz	Aspersión (2)
Tomate de árbol	No tiene (1)
Fresa	Goteo (1)
Habichuela	Aspersión (1)
Tomate	Aspersión (1)
Ají	Aspersión (1)
Aguacate	Microaspersión

- **Riego por aspersión:** Se presenta generalmente en el cultivo de papa criolla, soya, maíz, habichuela, tomate y ají. El riego no se realiza de forma muy tecnicada, cuentan con la tecnología de los aspersores, pero en general no se tienen en cuenta datos de la humedad del suelo, se utiliza más una estimación para establecer de forma empírica si la cantidad de agua aplicada ha sido suficiente, lo cual se hace de forma visual o tomando un puñado de suelo para verificar si escurre agua de este.
- **Riego localizado (goteo y microaspersión):** El riego localizado por goteo y microaspersión es el tipo de riego menos utilizado en los cultivos que hicieron parte del estudio, generalmente se encuentra en cítricos, aguacate y fresa. Aunque son un sistema muy eficiente, su uso es bajo debido a la alta inversión inicial que se debe realizar para adquirir las mangueras, microaspersores o goteros, así como los sistemas de filtrado y conducción, además, pueden dificultar algunas labores culturales como el manejo manual de arvenses.

- **Sin Riego:** Los cultivos con áreas más extensas en la cuenca Tuluá (municipio Tuluá), como café, mora, lulo y tomate de árbol no cuentan con sistemas de riego, es mediante las precipitaciones que pretenden suplir los requerimientos hídricos de los cultivos que manejan y, por tanto, su producción depende de la periodicidad de las temporadas de lluvias, que, bajo el contexto actual de cambio y variabilidad climática, es cada vez más errático e impredecible (incluso presentándose en volúmenes muy altos que pueden afectar la floración).

### 7.2.5. Manejo de Plagas y Enfermedades

En general, el manejo de plagas y enfermedades se realiza mediante el uso de agroquímicos, en muchas ocasiones sin un control adecuado, tanto de dosis, mezclas y frecuencias de aplicación, esto genera riesgos de contaminación en trabajadores agrícolas, agricultores, consumidores y al ambiente, en este caso, el recurso suelo. La baja asistencia técnica especializada que se advirtió durante la encuesta a los agricultores de la región, unido a la inexistencia de certificaciones en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), genera posibles riesgos de contaminación del suelo por plaguicidas. El uso de plaguicidas en cultivos de la cuenca Tuluá (municipio Tuluá) se realiza mediante bombas de espalda (en algunos casos manual y en otros con motor) y en cultivos más tecnificados con drones y/o avionetas.

- **Bombas de espalda:** En los cultivos de café, mora, lulo, tomate de árbol, papa criolla, fresa, habichuela, tomate, ají, aguacate y cítricos se aplican plaguicidas con bombas de espalda manuales o de motor que lleva cada trabajador o agricultor con una mezcla de 20 L, por lo cual, el operario debe realizar recargas continuas hasta finalizar la aplicación en todo el lote.
- **Drones y avionetas:** En los cultivos de maíz y soya en la zona plana la tecnología del uso de dispositivos no tripulados como los drones ha ido reemplazando las avionetas para la aplicación de plaguicidas, debido a su relativo menor costo de aplicación, mayor eficiencia en la aplicación y capacidad de usar los insumos en menores o mayores dosis de acuerdo con la afectación que presente el cultivo; sin embargo, en algunas ocasiones aún se mantiene la aplicación con avionetas, aunque su uso es cada vez más esporádico.

En la **Tabla 95** se presentan los datos de gestión de plagas en el cruce Tuluá/Tuluá; en el 55,74% de los predios se realiza control químico, en el 37,70% no se realiza ningún tipo de manejo, en el 4,92% se manejan las plagas complementando insumos químicos con orgánicos y solo en el 1,64% se realiza un manejo con plaguicidas biológicos a base de preparaciones caseras y microorganismos.

**Tabla 95.** Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por corregimiento.

Gestión Plagas	Monteloro	La Diadema	Santa Lucia	San Lorenzo	Nariño	Tres Esquinas	La Palmera	Total	Total (%)
No realiza	9	6	0	8	0	0	0	23	37.70
Control químico	6	6	8	1	4	5	4	34	55.74
Biológicos	0	1	0	0	0	0	0	1	1.64
Control químico y orgánico	0	0	0	3	0	0	0	3	4.92
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>61</b>	<b>100.00</b>

En la **Tabla 96** se presenta la gestión de plagas por cultivo y por número de predios; en el cultivo de café en general no se aplica ningún insumo para el manejo de las plagas; mientras que en los cultivos de zona plana (soya, maíz, ají) y la zona alta (papa criolla y fresa) se realiza principalmente un manejo con agroquímicos.

**Tabla 96.** Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá) por cultivos.

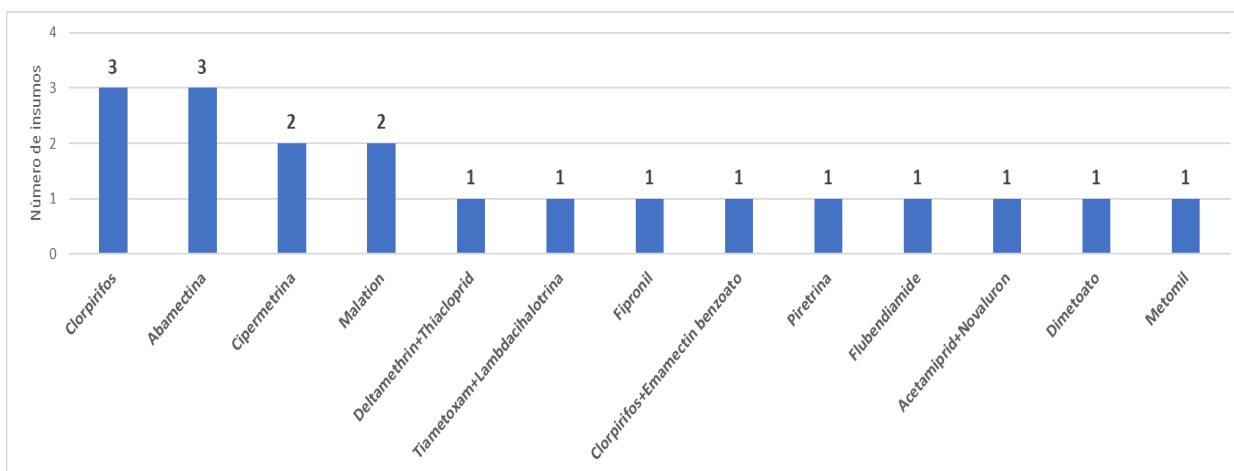
Cultivo	Gestión de Plagas (Número de predios)
Café	No realiza (20), control químico (5), biológicos (1), control químico y orgánico (1)
Papa criolla	Control químico (7)
Soya	Control químico (6)
Mora	Control químico (4), No realiza (1)
Cítricos (Limón)	Control químico (3), No realiza (1)
Lulo	Control químico (1), Control químico y orgánico (1)
Plátano	Control químico (1), No realiza (1)
Maíz	Control químico (2)
Tomate de árbol	Control químico (1)
Fresa	Control químico (1)
Habichuela	Control químico (1)
Tomate	Control químico y orgánico (1)
Ají	Control químico (1)
Aguacate	Control químico (1)

En la **Tabla 97** se presentan los ingredientes activos usados por cultivo y el número de predios que lo utilizan. Destaca que los cultivos de zona plana (soya, maíz, limón, ají), entre los que realizan prácticas tecnificadas, y los de la zona alta de la cuenca (papa criolla), son los que más ingredientes activos de insecticidas se utilizan. Independientemente del cultivo, el ingrediente activo que se presentó en más predios fue Deltamethrin+Thiacloprid (11 predios), seguido de la Cipermetrina (10 predios), y del Clorpirifos (9 predios); sin embargo, en la mayor parte de predios no se usó ningún tipo de insumo para el manejo de insectos (24 predios, en su mayor parte cultivan café).

**Tabla 97.** Ingredientes activos insecticidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Ingredientes Activos (Número de predios)
Café	Ninguno (21), Clorpirifos (5), Cipermetrina (1)
Papa criolla	Cipermetrina (7), Fipronil (1), Clorpirifos+Emamectin benzoato (1)
Soya	Deltamethrin+Thiacloprid (6), Tiametoxam+Lambdacihalotrina (6)
Mora	Deltamethrin+Thiacloprid (2), Abamectina (2), Piretrina (1), Ninguno (1)
Cítricos (Limón)	Abamectina (3), Imidacloprid (3), Lufenuron (3), Ninguno (1)
Lulo	Abamectina (1), Cipermetrina (1), Deltamethrin+Thiacloprid (1)
Plátano	Clorpirifos (1), Ninguno (1)
Maíz	Deltamethrin+Thiacloprid (2), Tiametoxam+Lambdacihalotrina (2)
Tomate de árbol	Flubendiamide (1), Clorpirifos (1)
Fresa	Malation (1), Abamectina (1)
Habichuela	Clorpirifos (1)
Tomate	Acetamiprid+Novaluron (1), Clorpirifos (1)
Ají	Malation (1), Cipermetrina (1), Dimetoato (1)
Aguacate	Metomil (1)

En la **Figura 62** se presentan los ingredientes activos de los insecticidas usados para el manejo de plagas en los cultivos del cruce Tuluá/Tuluá. Destacan principalmente el Clorpirifos (en 3 insecticidas usados en los predios que hicieron parte del estudio), Abamectina (3 insecticidas), Cipermetrina (2 insecticidas) y Malation (en 2 insecticidas).



**Figura 62.** Ingredientes activos de insecticidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá).

**Persistencia en el suelo:** El concepto es a menudo relacionado con el tiempo de permanencia de una sustancia química en el ambiente. A mayor tiempo de permanencia, mayor es la persistencia. La vida media ( $DT_{50}$ ) de la sustancia es una medida de su persistencia. La vida media o  $DT_{50}$  de un plaguicida es el tiempo requerido (en días) para convertir el 50% de éste en otra(s) sustancia(s), en cualquiera de las matrices o compartimentos ambientales (agua, aire, suelo, biota). Los datos generados a nivel de condiciones tropicales, donde es probable que la persistencia de los plaguicidas sea menor, son escasos. La información que se mencione al respecto en este documento hace referencia principalmente a la  $DT_{50}$  de suelos aeróbicos a un pH de 7,0, sin embargo, existen algunos rangos de  $DT_{50}$  con valores muy amplios (British Crop Protection Council, 2003)

(FOOTPRINT, 2006) (Hansen, O.C., 2004) (FAO, Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia, 2000) (Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton, G.A., & Cairns, J., 2003) (USGS, 2010). La clasificación usada para la persistencia en los suelos se presenta en la **Tabla 98**.

**Tabla 98.** Clasificación de la persistencia en el suelo.

Clase	DT <sub>50</sub> (días)
Extrema	>120
Alta	60-120
Mediana	30-60
Ligera	15-30
No Persistente	<15

Fuente: (IRET, 2022).

En la **Tabla 99** se presenta el listado de los ingredientes activos de insecticidas que reportaron los agricultores. El ingrediente activo más utilizado es Clorpirifos, con una permanencia Extrema a No Permanente en el suelo (es decir, entre menos de 15 días y hasta más de 120 días); por otro lado, entre los ingredientes activos de categoría toxicológica más alta se encuentran Fipronil y Metomil, con persistencia en el suelo de Extrema y Ligera a No Persistente, respectivamente.

**Tabla 99.** Ingredientes activos de los insecticidas utilizados en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).

Ingrediente Activo	Número de insumos que lo contienen	Categoría Toxicológica	Persistencia en el suelo
Clorpirifos	3	III-II	Extrema a No Persistente
Abamectina	3	II	Extrema
Cipermetrina	2	II-III	Alta a Mediana
Malation	2	III-II	Extrema
Deltamethrin+Thiacloprid	1	III	Extrema + Mediana
Tiametoxam+Lambdacihalotrina	1	III	Extrema + Ligera
Fipronil	1	IB	Extrema
Clorpirifos+Emamectin benzoato	1	III	Extrema a No Persistente + Extrema
Piretrina	1	III	Extrema
Flubendiamide	1	III	No Evaluada
Acetamiprid + Novaluron	1	II	No Persistente + Extrema
Dimetoato	1	II-III	Ligera a No Persistente
Metomil	2	IB	Ligera a No Persistente

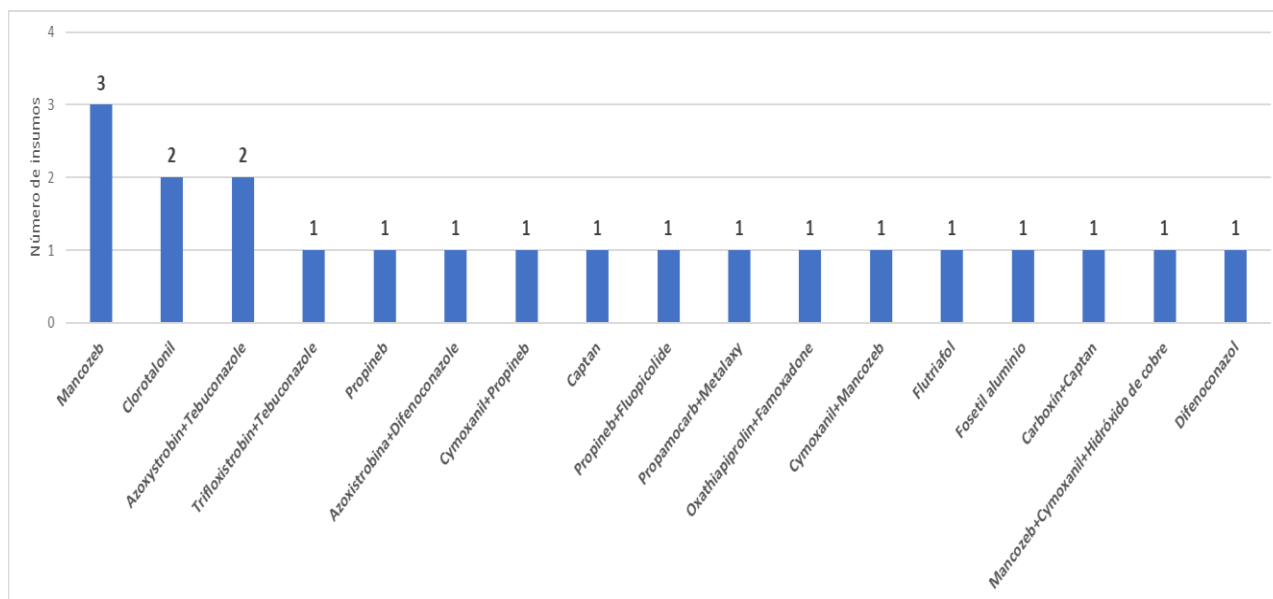
Por otro lado, en la **Tabla 100**, se presentan los ingredientes activos de los fungicidas utilizados en el cruce Tuluá/Tuluá; los cultivos que presentan el uso de más ingredientes activos son: lulo (7 ingredientes), tomate (6 ingredientes) y mora (4 ingredientes), lo que puede implicar una alta susceptibilidad de estos cultivos a los microorganismos fúngicos de la región. Independientemente del cultivo, el ingrediente activo que se presentó en más predios fue Mancozeb (16 predios), seguido de Trifloxistrobin+Tebuconazole (8 predios) y

Clorotalonil (3 predios). Sin embargo, en 27 predios no se reportó el uso de insumos para el manejo de microorganismos fúngicos causantes de enfermedades en los cultivos.

**Tabla 100.** Ingredientes activos fungicidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Fungicidas Usados (Número de predios)
Café	Ninguno (26), Azoxystrobin+Tebuconazole (1)
Papa criolla	Mancozeb (6)
Soya	Trifloxistrobin+Tebuconazole (6)
Mora	Mancozeb (3), Propineb (1), Azoxistrobina+Difenoconazole (1), Clorotalonil (1), Cymoxanil+Propineb (1), Captan (1), Propineb+Fluopicolide (1), Propamocarb+Metalaxy (1)
Cítricos (Limón)	Mancozeb (3), Ninguno (1)
Lulo	Oxathiapiprolin+Famoxadone (1), Mancozeb (1), Propineb (1), Cymoxanil+Mancozeb (1), Clorotalonil (1)
Plátano	Flutriafol (1)
Maíz	Trifloxistrobin+Tebuconazole (2)
Tomate de árbol	Mancozeb (1), Clorotalonil (1)
Fresa	Fosetil aluminio (1)
Habichuela	Carboxin+Captan (1)
Tomate	Mancozeb+Cymoxanil+Hidróxido de cobre (1), Difenoconazol (1), Azoxystrobin+Tebuconazole (1)
Ají	Mancozeb (1)
Aguacate	Mancozeb (1)

En la **Figura 64** se muestra el número de productos que se referenciaron en el levantamiento de información primaria por ingrediente activo; el de mayor cantidad de insumos relacionados al ingrediente activo fue el Mancozeb (tres fungicidas), seguido de Clorotalonil y Azoxystrobin+Tebuconazole (cada uno con dos insumos).



**Figura 63.** Ingredientes activos de fungicidas usados en la cuenca Tuluá (Tuluá).



En la **Tabla 101** se muestra la persistencia en el suelo de los fungicidas utilizados, el Mancozeb que es el ingrediente activo más usado y con mayor número de productos comerciales relacionados es No Persistente (es decir, continua en el suelo por menos de 15 días); los de mayor persistencia son el Flutriafol y el Hidróxido de cobre, los cuales obtienen una calificación de Extrema (más de 120 días).

Con relación al número de aplicación en los diferentes cultivos, en la **Tabla 102**, se destacan las diferencias en la intensidad de aplicación de los plaguicidas agrícolas en cada cultivo evaluado y el número de predios que lo realizan de esa manera. La mayor frecuencia de aplicación se realiza en los cultivos de lulo, papa criolla, mora, tomate de árbol y fresa, que reportan aplicaciones hasta de cuatro veces por mes (o superiores). Los cultivos que presentan una periodicidad de aplicación más baja son café, plátano y aguacate, debido a que probablemente no se encuentran problemas fitosanitarios muy agresivos con la producción del cultivo o las labores culturales logran ejercer la presión suficiente sobre las poblaciones plaga como para evitar el uso de insumos.

**Tabla 101.** Ingredientes activos de los fungicidas utilizados en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).

Ingrediente Activo	Número de insumos que lo contienen	Categoría Toxicológica	Persistencia en el suelo
Mancozeb	3	III-II	No persistente
Clorotalonil	2	II	Alta a No Persistente
Azoxystrobin+Tebuconazole	2	II-III	Extrema a Ligera + Extrema a Mediana
Trifloxistrobin+Tebuconazole	1	III	No Persistente + Extrema a Mediana
Propineb	1	III	No Persistente
Azoxistrobina+Difenoconazole	1	II	Extrema a Ligera + Extrema a Mediana
Cymoxanil+Propineb	1	III	No Persistente + No Persistente
Captan	1	III	No Persistente
Propineb+Fluopicolide	1	III	No Persistente + Extrema a Mediana
Propamocarb+Metalaxy	1	II	Extrema a Ligera + Alta a No Persistente
Oxathiapiprolin+Famoxadone	1	III	No Evaluada + Ligera a No Persistente
Cymoxanil+Mancozeb	1	III-II	No Persistente + No Persistente
Flutriafol	1	II	Extrema
Fosetil aluminio	1	III	No Persistente
Carboxín+Captan	1	III	No Persistente + No Persistente
Mancozeb+Cymoxanil+Hidróxido de cobre	1	III	No Persistente + Mediana + Extrema
Difenoconazole	1	III-II	Extrema a Mediana

**Tabla 102.** Periodicidad aplicación de plaguicidas en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Periodicidad Uso de Plaguicidas (Número de predios)
Café	No usa (20), <1 vez por mes (5), 2 veces por mes (1), >4 veces por mes (1)
Papa criolla	4 veces por mes (4), 2 veces por mes (2)
Soya	2 veces por mes (3), 1 vez por mes (3)
Mora	4 veces por mes (2), <1 vez por mes (2), 2 veces por mes (1)
Cítricos (Limón)	2 veces por mes (3), 1 vez por mes (1)
Lulo	>4 veces por mes (1), <1 vez por mes (1)
Plátano	<1 vez por mes (1), No usa (1)
Maíz	2 veces por mes (2)
Tomate de árbol	4 veces por mes (1)
Fresa	4 veces por mes (1)
Habichuela	2 veces por mes (1)
Tomate	1 vez por mes (1)
Ají	1 vez por mes (1)
Aguacate	<1 vez por mes (1)

#### 7.2.6. En el proceso de fertilización se utilizan fertilizantes de síntesis química, compuestos o Fertilización

En el proceso de fertilización se utilizan fertilizantes de síntesis química, compuestos o mezclas, materia orgánica y fertilizantes líquidos (de forma foliar o al suelo), que se aplican en su mayoría sin tener en cuenta análisis de suelos o recomendaciones basadas en estos, lo cual aún no es muy común en el municipio. Para las aplicaciones líquidas usan insumos que ya vienen preparados de esa manera o fertilizantes solubles e insolubles, lo que afecta la eficiencia de la fertilización y exige una continua mezcla en el tanque de dilución.

Debido al poco uso de los análisis de suelo y la inexistencia de los análisis fisicoquímicos de agua para riego que permitan programar las fertilizaciones, se presenta un riesgo continuo de desbalance de nutrientes en el perfil del suelo, que pueden afectar no solo la nutrición de la planta sino la estabilidad fisicoquímica del medio edáfico. A continuación, se explican las técnicas de fertilización en cultivos agrícolas.

- **Fertilización edáfica con herramientas manuales:** Este tipo de fertilización es utilizado generalmente en la agricultura tradicional, se emplea abriendo hoyos con un barretón alrededor de cada planta, donde se aplica la mezcla de fertilizante definida para el cultivo; en ocasiones también se aplica de forma superficial, lo que puede generar mayores pérdidas de los nutrientes; es común en los cultivos manejados tradicionalmente, como: café, plátano, cítricos, frutales y en los semi-tecnificados como las aromáticas-medicinales y maíz.
- **Fertilización líquida manual:** Este tipo de fertilización la realizan solo en algunos cultivos como las aromáticas-medicinales. Consiste en utilizar una bomba de espalda (la misma que se utiliza para aplicar los plaguicidas), en donde se mezclan en un tanque los fertilizantes a aplicar, para luego trasvasar parte del volumen a la bomba y enviar al

operario/agricultor a cada lote para aplicar a los surcos o directamente a la parte foliar de la planta.

En la **Tabla 103**, se presenta rangos de aplicación de materia orgánica en los predios que hicieron parte del estudio; se observa que en el 36,07% de los predios aplican entre 10 y 5 Ton/ha de materia orgánica, en el 32,79% de los predios no se realizan aplicaciones, en el 19,67% de los predios se aplica entre 3 y 1 Ton/ha, mientras que en el 11,48% de los predios se aplica menos de 1 Ton/ha de materia orgánica.

**Tabla 103.** Aplicación de materia orgánica en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Aplicación Materia Orgánica (Número de predios)
Café	No aplica (11), Entre 10 y 5 Ton/ha (8), <1 Ton/ha (4), Entre 3 y 1 Ton/ha (4)
Papa criolla	No aplica (5), Entre 10 y 5 Ton/ha (2)
Soya	Entre 10 y 5 Ton/ha (3), Entre 3 y 1 Ton/ha (3)
Mora	Entre 3 y 1 Ton/ha (2), <1 Ton/ha (2), No aplica (1)
Cítricos (Limón)	Entre 10 y 5 Ton/ha (4)
Lulo	Entre 10 y 5 Ton/ha (1), No aplica (1)
Plátano	Entre 10 y 5 Ton/ha (1), <1 Ton/ha (1)
Maíz	Entre 3 y 1 Ton/ha (2)
Tomate de árbol	Entre 10 y 5 Ton/ha (1)
Fresa	No aplica (1)
Habichuela	Entre 10 y 5 Ton/ha (1)
Tomate	Entre 10 y 5 Ton/ha (1)
Ají	Entre 3 y 1 Ton/ha (1)
Aguacate	No aplica (1)

En la **Tabla 104** se menciona el tipo de materia orgánica que se aplica en los cultivos estudiados y el número de predios. En el 32,79% de los predios no se aplica ningún tipo de materia orgánica, en el 27,87% de los predios se aplica gallinaza, en el 21,31% se aplica compostaje, mientras que en el 11,48% de los predios se aplica gallinaza y compostaje, gallinaza y residuos del beneficio del café se aplica en el 3,28% de los predios, pollinaza y residuos de beneficio se aplican cada uno en el 1,64% de los predios.

**Tabla 104.** Tipo de materia orgánica aplicada en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Tipo de Materia Orgánica Aplicada (Número de predios)
Café	No aplica (11), Compostaje (7), Gallinaza (5), Gallinaza y compostaje (1), Gallinaza y Residuos de beneficio (1), Pollinaza (1), Residuos de beneficio (1)
Papa criolla	No aplica (5), Gallinaza (2)
Soya	Compostaje (3), Gallinaza y compostaje (2), Gallinaza (1)
Mora	Gallinaza (3), Compostaje (1), No aplica (1)
Cítricos (Limón)	Gallinaza y compostaje (3), Compostaje (1)
Lulo	Gallinaza (1), No aplica (1)
Plátano	Gallinaza y residuos de beneficio (1), Gallinaza (1)
Maíz	Compostaje (1), Gallinaza (1)
Tomate de árbol	Gallinaza (1)
Fresa	No aplica (1)

Cultivo	Tipo de Materia Orgánica Aplicada (Número de predios)
Habichuela	Gallinaza (1)
Tomate	Gallinaza (1)
Ají	Gallinaza y compostaje (1)
Aguacate	No aplica (1)

En la **Tabla 105** se presenta el tipo de fertilización por cultivo; en el 75,41% de los predios se usa fertilización de síntesis química, el resto de las formas de fertilización se presentan en el 1,64% de los predios (síntesis química y abonos orgánicos sólidos y síntesis química y abonos orgánicos líquidos); en el 21,31% de los predios no se realiza fertilización de ningún tipo.

**Tabla 105.** Tipo de fertilización aplicada en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Tipo de Fertilización (Número de predios)
Café	Síntesis química (19), No aplica (7), Síntesis química y abonos orgánicos sólidos (1)
Papa criolla	Síntesis química (7)
Soya	Síntesis química (6)
Mora	Síntesis química (4), No aplica (1)
Cítricos (Limón)	No aplica (4)
Lulo	Síntesis química (1), Síntesis química y abonos orgánicos líquidos (1)
Plátano	Síntesis química (1), No aplica (1)
Maíz	Síntesis química (2)
Tomate de árbol	Síntesis química (1)
Fresa	Síntesis química (1)
Habichuela	Síntesis química (1)
Tomate	Síntesis química (1)
Ají	Síntesis química (1)
Aguacate	Síntesis química (1)

En la **Tabla 106** se presentan los principales fertilizantes utilizados por cultivo y el número de predios en los que se aplican estos; solo en los cultivos café y mora la Urea es más utilizada que fertilizantes compuestos, en el resto de los cultivos, estos últimos presentan preferencia de uso, destacan el DAP y aquellos relacionados con la fase de producción.

**Tabla 106.** Fertilizantes aplicados en cultivos de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Cultivo	Fertilizantes Usados (Número de predios)
Café	Urea (10), DAP (7), No aplica (7), 15-15-15 (4), Cafetero (4), 10-30-10 (3), Produkafé (2), Remital (2), 18-18-18 (2), 8-20-20 (1), Abotek (1), 12-12-17 (1), 24-5-24 (1), Producción (1)
Papa criolla	Rafos (6), 12-24-12 (1), 15-15-15 (1), 10-30-10 (1), Urea (1), Rebrote (1)
Soya	Rafos (6), Embajador (6), Urea (6), Translok (6)
Mora	Urea (3), DAP (2), Sulfato de potasio (1), Abotek (1), KCl (1), 15-15-15 (1), 18-18-18 (1), 10-30-10 (1), No aplica (1)
Cítricos (Limón)	No aplica (4)
Lulo	Abotek (1), Remital (1), Agrimins (1), Barredura (1)
Plátano	Platanero (1), No aplica (1)

Cultivo	Fertilizantes Usados (Número de predios)
Maíz	Rafos (2), Embajador (2), Urea (2), Translok (2)
Tomate de árbol	Urea (1), 10-30-10 (1)
Fresa	10-30-10 (1), 15-30-15 (1)
Habichuela	15-15-15 (1), 10-30-10 (1)
Tomate	Urea (1), 10-30-10 (1)
Ají	Rafos (1), Embajador (1), Urea (1), Translok (1)
Aguacate	Urea (1), 18-18-18 (1)

En la **Tabla 107**, se incluyen las formas de fertilización (sólida y líquida) en cada uno de los predios y cultivos incluidos en este estudio. Se observa que el 65,57% de los predios realiza de forma manual la fertilización sólida, que se hace directamente sobre el suelo (es decir, edáfica), no se utilizan herramientas sofisticadas para esta práctica, lo que también se traduce en un alto uso de mano de obra; en el 13,11% de los predios se realiza la fertilización sólida de forma mecanizada, lo cual consiste en adaptar un apero adecuadamente calibrado a tractores, que distribuyen el fertilizante en las cantidades previamente establecidas; el restante 21,31% de los predios no realiza ningún tipo de fertilización edáfica de forma sólida.

**Tabla 107.** Forma de fertilización en los predios seleccionados de la cuenca Tuluá (Tuluá)

Cultivo	Sólida (Número de predios)	Líquida (Número de predios)
Café	Manual (20), No aplica (7)	No aplica (27)
Papa criolla	Manual (7)	No aplica (7)
Soya	Mecanizada (6)	No aplica (6)
Mora	Manual (4), No aplica (1)	No aplica (4), Bomba de espalda (1)
Cítricos (Limón)	No aplica (4)	No aplica (4)
Lulo	Manual (2)	Bomba de espalda (1), No aplica (1)
Plátano	Manual (1), No aplica (1)	No aplica (2)
Maíz	Mecanizada (2)	No aplica (2)
Tomate de árbol	Manual (1)	No aplica (1)
Fresa	Manual (1)	No aplica (1)
Habichuela	Manual (1)	No aplica (1)
Tomate	Manual (1)	No aplica (1)
Ají	Manual (1)	No aplica (1)
Aguacate	Manual (1)	No aplica (1)

En cuanto a la fertilización líquida (que puede ser edáfica o foliar), solo el 3,28% de los predios la realizan, utilizando bomba de espalda, que bien puede ser manual o con motor; aunque el uso de fertilizantes líquidos es un proceso de innovación, el uso de la bomba de espalda como forma de aplicación lo hace muy ineficiente por los tiempos de traslado del operario en medio del lote, el bajo volumen de producto que puede transportar y los costos de mano de obra asociados. Se observa esta práctica en cultivos de mora y lulo. Este tipo de fertilización es un complemento muy importante en el plan de manejo del cultivo que evita aplicar una gran cantidad de insumos al suelo, reduciendo los impactos sobre el mismo o sobre el agua que puede drenar hasta niveles de aguas subterráneas o llegar a aguas superficiales que irremediablemente terminarán contaminando ríos y zonas marítimas.

### 7.2.7. Cosecha

En la zona prevalecen las prácticas manuales de cosecha en gran parte de los cultivos evaluados, solo en el 13,11% de los predios realizan la cosecha de forma mecanizada, maíz y soya, con maquinaria especializada y que pueden manejar grandes volúmenes de grano. La cosecha manual requiere un alto uso de mano de obra para llevar a cabo esta labor, en muchas ocasiones trabajadores con conocimiento en el cultivo para evitar la cosecha prematura tal es el caso del café, frutales y aromáticas-medicinales; por otro lado, la cosecha mecanizada requiere de condiciones de pendiente adecuadas y de una gran inversión para su adquisición, las cuales se pueden cubrir casi que exclusivamente con créditos.

### 7.2.8. Acompañamiento técnico de la producción

En la cuenca Tuluá (municipio Tuluá), el acompañamiento técnico y/o profesional para las actividades productivas agropecuarias no es la norma, se desarrolla en ocasiones por la SEDAMA del municipio, especialmente en la zona media de la cuenca, pero dadas las limitaciones de personal y recursos, la mayor parte del tiempo se recurre a las recomendaciones realizadas por las casas comerciales y/o la experiencia y el conocimiento empírico. De acuerdo con la información recolectada en campo, no es común el uso de certificaciones en los cultivos en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), solo uno de los predios posee dicha certificación, lo que advierte del bajo control que puede hacerse a los cultivos, principalmente en el área de inocuidad, calidad y manejo ambiental.

De acuerdo con la información obtenida en campo, resumida en la **Tabla 108**, el 22,95% de los predios tienen asistencia técnica, especialmente en la zona plana (cultivos tecnificados que pueden acceder a asistencia técnica paga), o en la zona media de la cuenca (en donde prestan atención la SEDAMA, empresas comercializadoras de agroinsumos, entre otros); predios que tienen análisis de suelo solo son el 6,56%; predios con análisis de suelo, agua y asistencia técnica son el 6,96%; predios con análisis de suelo únicamente son el 6,96%; predios con análisis de suelo y certificación BPA solo se presentaron en el 1,64% (un predio que cultiva mora). El 55,74% de los predios no poseen ninguno de los aspectos técnicos descritos.

**Tabla 108.** Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá)

Cultivo	Nivel Técnico de la Producción (Número de predios)
Café	Ninguno (17), Asistencia técnica (7), Análisis de suelo y asistencia técnica (3)
Papa criolla	Ninguno (7)
Soya	Análisis de suelo, agua y asistencia técnica (3), Análisis de suelo (2), Análisis de suelo y asistencia técnica (1)
Mora	Asistencia técnica (3), Análisis de suelo y certificación BPA (1), Ninguno (1)
Cítricos (Limón)	Ninguno (4)

Cultivo	Nivel Técnico de la Producción (Número de predios)
Lulo	Análisis de suelo (1), Ninguno (1)
Plátano	Ninguno (2)
Maíz	Análisis de suelo, agua y asistencia técnica (1), Asistencia técnica (1)
Tomate de árbol	Ninguno (1)
Fresa	Ninguno (1)
Habichuela	Asistencia técnica (1)
Tomate	Asistencia técnica (1)
Ají	Análisis de suelo (1)
Aguacate	Asistencia técnica (1)

Por lo anterior, no se generan registros de las prácticas e insumos aplicados en los cultivos y se dificulta establecer la calidad de estos y su efecto sobre el suelo. Este sistema de control técnico y administrativo que desarrolla en todo el país el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), tiene como objetivo asegurar la calidad de los productos cosechados en el campo y que llegan a los consumidores. Las BPA tienen tres pilares fundamentales, que van desde asegurar la inocuidad del producto para el consumidor, asegurar la salud de los trabajadores en el cultivo y evitar impactos de las prácticas, técnicas y tecnologías del cultivo sobre el ambiente, incluido el suelo.

Esta situación ocasiona inconvenientes en el seguimiento y control (trazabilidad) de los insumos empleados, y que se relacionan con las dosis aplicadas de fertilizantes y agroquímicos al suelo y a los cultivos, manejo de residuos, inocuidad de los alimentos producidos, salud de los trabajadores, entre otros. Lo que finalmente repercute en el bajo nivel de control sobre los impactos generados al suelo y en incentivar la implementación de prácticas agrícolas que lo conserven.

#### 7.2.9. Resumen de prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo

De la **Tabla 109** a la **Tabla 112**, se presenta el resumen de las prácticas agronómicas asociadas con el manejo y uso del suelo para los cultivos agrícolas priorizados en la Cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 109.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Cultivo asociado Agroforestal (Café + Nogal + Plátano + Cítricos), cuenca Tuluá (Tuluá).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se hace labranza cero o mínima que consiste en despejar el terreno con herbicida y se procede a trazar el lote en curvas de nivel, tresbolillo o cinco de oros, luego se hace directamente el ahoyado haciendo huecos de 40cm x 40 cm x 40 cm y se aplica cal en el hoyo en cantidades cercanas a los 300 gr por sitio. Luego se procede a la siembra.
Manejo de arvenses	Se hace inicialmente un control total con herbicida sistémico tipo glifosato antes de la plantación y después se hacen controles localizados con herbicidas de contacto o con glufosinato de amonio. Se usa el plateo manual y se intercala el uso de guadaña con herramientas manuales.
Riego	En general, y gracias a las altas precipitaciones de la zona y a la presencia de arcillas que retienen la humedad, en estos cultivos no se usa riego.
Uso de plaguicidas	Generalmente no se usan plaguicidas químicos para su producción a menos que sea necesario.
Fertilización	Se aplican fertilizantes compuestos, simples u orgánicos.
Cosecha	Se hace en forma manual.

**Tabla 110.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera escarpada y muy escarpada: Monocultivo no mecanizado (café, cítricos o plátano), cuenca Tuluá (Tuluá).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se usa labranza cero o mínima que consiste en despejar el terreno y usar herbicida sistémico tipo glifosato para ese efecto, se procede a trazar el terreno y hacer el hoyado directo sobre el suelo sin preparar, regularmente a 40 x 40 x 40 cm, se aplica cal y materia orgánica, algunos acostumbran a hacer abonado de fondo con un producto tipo 10:30:10.
Manejo de arvenses	Se utiliza en general glufosinato de amonio rotándolo con herbicidas de contacto en las calles y de forma localizada para eliminar arvenses, se hace “plateo” manual que consiste en eliminar especies que crecen en el plato de cada planta y en las calles, se alterna el herbicida con guadaña y herramientas manuales.
Riego	Por lo regular, para asegurar la productividad y calidad de las cosechas, se cuenta con riego por aspersión para estos cultivos, solo algunos cuentan con mangueras de goteo que son complementarios debido a la presencia de lluvias durante buena parte del año.



Práctica	Descripción
Uso de plaguicidas	Se usan maquinas manuales y/o motorizadas, aunque las aplicaciones son muy pocas, una vez al mes aproximadamente, dependiendo de los ataques de plagas y enfermedades. Se usan plaguicidas químicos, pero también involucran productos orgánicos y biológicos
Fertilización	Se realiza de forma manual en corona alrededor de cada planta, usando fertilizantes edáficos granulados de lenta liberación. También se usan derivados de la materia orgánica como bioles, compost, bocahi, caldos de microorganismos, gracias al trabajo de las entidades que vienen acompañando estos procesos.
Cosecha	Se hace en forma manual.

**Tabla 111.** Resumen prácticas agronómicas zonas de ladera ondulada: Monocultivo semi-mecanizado (papa criolla, fresa), cuenca Tuluá (Tuluá).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Como los lotes vienen regularmente de pasto tipo kikuyo, que es muy difícil de eliminar, se usan tractores con arados para poder romper las raíces y voltear el suelo, también se usan ganchos para retirar todas las raíces del pasto, se usan subsoladores para asegurar la profundidad del drenaje y la labranza y rastrillos para desmenuzar el suelo. Para la preparación del terreno, se realizan camellones ligeramente sesgados en contra de la pendiente para permitir el drenaje del agua y el paso de la mano de obra, así como de la maquinaria. En el cultivo de fresa se cubren los camellones con plásticos para evitar problemas con las arvenses.
Manejo de arvenses	Se realiza la práctica de “aporque” lo que permite hacer un manejo de las arvenses. Se usan también herbicidas especialmente gramínicidas, el cultivo se mantiene limpio lo que genera un riesgo inminente de pérdida de suelo por erosión cuando se presenta la temporada de altas precipitaciones.
Riego	En fresa se usa riego por goteo, en papa no se usa riego.
Uso de plaguicidas	El cultivo de la papa tiene un alto uso de plaguicidas debido a la susceptibilidad del cultivo a plagas y enfermedades, se aplican regularmente con equipos manuales de motor.
Fertilización	El cultivo de la papa es muy exigente en nutrientes, por lo que se hace fertilización edáfica granulada aplicada al suelo en forma manual.
Cosecha	Es manual, en fresa se recolecta de cada planta, y en papa se revuelve el suelo para lograr cosechar el tubérculo, lo cual se hace de forma manual con una herramienta especialmente diseñada para este propósito.

**Tabla 112.** Resumen prácticas agronómicas zonas planas y ligeramente onduladas: Monocultivo tecnificado altamente mecanizado (soya – maíz), cuenca Tuluá (Tuluá).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Labranza convencional mecanizada que consta de despejado con rastras pesadas jaladas por tractores de 120 C.V., subsolado con 3 chuzos para romper las capas endurecidas del suelo y varios pases de rastra para romper los terrones del suelo. En algunas ocasiones se realiza labranza mínima mecanizada con sembradora/abonadora. La siembra también se hace de forma mecanizada con una abonadora/sembradora jalada por un tractor de 60 a 90 C.V.
Manejo de arvenses	Se realiza un programa de control que va desde la presiembra hasta el cierre de las calles del maíz con productos y dosis que dependen del tipo de arvense y la naturaleza de su infestación en campo. No se dejan coberturas, aunque el mismo cultivo denso evita que la lluvia lo golpee directamente.
Riego	Se hace con cañones grandes alrededor del lote que dejan caer el agua con fuerza al suelo y presenta riesgo de causar erosión al golpear las gotas con el suelo desnudo.
Uso de plaguicidas	Se hace una vez al mes y se utiliza maquina acoplada al tractor con aguilón grande hasta que el cultivo crece y después se usan avionetas y, actualmente, drones para la aplicación.
Fertilización	Se inicia con el abonado de fondo con la maquinaria y de ahí en adelante se hacen una o dos aplicaciones de acuerdo con el plan de fertilización presupuestado.
Cosecha	Se realiza con una máquina de gran tamaño denominada combinada o cosechadora, que entra en el lote ya seco y hace la recolección y selección del maíz.

#### 7.2.10. Relación entre las prácticas realizadas y la capacidad de uso

En la **Tabla 113** se mencionan las principales limitaciones y usos recomendados para los suelos en los que se encuentran los predios y cultivos que hicieron parte de la evaluación.

**Tabla 113.** Principales limitaciones y usos recomendados suelos cuenca Tuluá (Tuluá).

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
7p1	Las limitaciones y restricciones de uso de estas tierras se deben a las pendientes moderadamente escarpadas y en menor grado susceptibilidad a la erosión.	El uso recomendado es la conservación y preservación de los recursos naturales con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por la erosión ligera e implementación de esquemas de protección de los recursos hídricos.

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
8p1	Estas tierras tienen limitaciones severas por pendientes fuertemente escarpadas (>75%) y afloramientos rocosos en sectores; en menor grado y no menos importantes lluvias excesivas y de gran intensidad, alta saturación de aluminio, fertilidad baja y en algunos suelos presencia de fragmentos de roca dentro del perfil que limitan la profundidad efectiva.	Se requiere conservar los bosques naturales con el fin de proteger los suelos, el agua, la fauna y la vida silvestre. Se recomienda proteger las áreas con susceptibilidad a erosión, permitiendo la regeneración de la vegetación intervenida, manteniendo la cobertura, construyendo acequias para el manejo adecuado de las aguas de escorrentía y evitando la tala indiscriminada de los bosques.
7ps	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son la pendiente moderadamente escarpada, abundantes fragmentos de roca en el perfil y en superficie, profundidad efectiva muy superficial y superficial, que limitan el desarrollo y la adaptabilidad de los diferentes cultivos.	Estas tierras no son aptas para actividad agropecuaria. Su uso se limita principalmente a bosques de protección o de protección-producción, y conservación de la vegetación herbácea, arbustiva o arbórea y a la vida silvestre. En los esquemas de manejo se deben realizar prácticas para evitar la erosión debido a su susceptibilidad a este proceso de deterioro; la ganadería debe ser excluida totalmente del área ocupada por estas tierras.
6p1	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y en menor grado pedregosidad superficial y susceptibilidad a los movimientos en masa.	El uso recomendado para estas tierras es el establecimiento de sistemas que involucren el desarrollo asociado de actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes), forestales y ganaderas (semi-intensiva).
6pc1	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y el clima (bajas temperaturas y déficit de lluvias) y en menor grado la susceptibilidad a procesos de erosión.	Son aptas para cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles adaptadas al clima cálido muy seco o con sistemas de riego en la temporada seca.
8s1	La principal limitante para el uso de estas tierras es la poca profundidad efectiva (superficial y muy superficial), baja fertilidad; en menor afectación en algunos sectores se presentan pendientes moderadamente escarpadas, susceptibilidad a movimientos en masa, inundaciones, encharcamientos y pedregosidad superficial.	Las tierras presentes en esta subclase en los climas extremadamente frío, húmedo y muy húmedo y muy frío, muy húmedo se deben dedicar a la conservación y recuperación de los recursos naturales por su importancia como fuente muy importante de abastecimiento de recurso hídrico.
7s	En este subgrupo de capacidad las tierras presentan serias limitaciones	Los usos recomendados para estas tierras corresponden a la implementación de cultivos

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
	para uso agropecuario, debido principalmente a los abundantes fragmentos de roca en el perfil del suelo y en superficie, la profundidad efectiva muy superficial; en menor proporción erosión moderada; tales condiciones dificultan e impiden el normal desarrollo de actividades agropecuarias.	agroforestales y planes forestales de protección y conservación de los recursos naturales existentes, en áreas erosionadas mantener el suelo con cobertura permanente e incentivar el ecoturismo dado la riqueza de paisaje de la región.
6c2	La limitación específica de las tierras de esta subclase es el clima muy frío muy húmedo donde predominan las temperaturas muy bajas, con menor severidad y no menos importantes las pendientes fuertemente inclinadas y la susceptibilidad a los movimientos en masa.	El uso recomendado es la conservación y preservación de los recursos naturales; se pueden desarrollar programas de reforestación con prácticas de conservación del recurso suelo para evitar el aumento de los movimientos en masa presentes en la unidad.
6pc2	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas y las altas precipitaciones y bajas temperaturas, en menor grado y no menos importante la susceptibilidad a movimientos en masa.	Son aptas para cultivos forestales y agroforestales que eviten los movimientos en masa. El inadecuado uso y manejo de estas tierras ha inducido el deterioro de los suelos manifestado en los actuales procesos de remoción en masa. Se sugiere permitir la regeneración de la vegetación natural, recuperar las áreas afectadas por los movimientos en masa mediante reforestación y conservación de la cobertura vegetal.
6c1	La principal limitante que restringe el uso de estas tierras son las condiciones climáticas tales como temperaturas bajas con excesos de lluvias durante los dos semestres y temperaturas altas con déficit de lluvias; en menor grado las pendientes fuertemente inclinadas y erosión en grado moderado.	Los usos recomendados son proyectos agroforestales de protección-producción adaptados al clima, sistemas silvopastoriles evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga en los potreros.
6ps1	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes ligeramente escarpadas, alta saturación de aluminio, pedregosidad superficial, abundantes fragmentos de roca en el perfil, profundidad efectiva muy superficial y altos contenidos de sodio.	Son aptas para cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles.

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
4p1	La principal limitante que restringe el uso de los suelos corresponde a la pendiente fuertemente inclinada, que condiciona en gran parte las posibilidades de mecanización sobre estas tierras con tipos de cultivos limpios.	De acuerdo a sus limitaciones, restringen las posibilidades de utilización para una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semintensivo, se pueden aprovechar mediante cultivos semipermanentes y permanentes intensivos y semintensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS), tales como plátano, aguacate y cítricos, como también en actividades agrosilvícolas (AGS) bajo cultivos semipermanentes y permanentes asociados con especies arbóreas, como café-guamo, plátano-guamo y cacao en condiciones húmedas. Todos ellos bajo el piso climático correspondiente, con un manejo agronómico basado en mínima labranza de los suelos y sembrados en curvas de nivel.
7p2	Las principales limitantes para el uso y manejo de los suelos son pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado pedregosidad superficial en algunos sectores y erosión en grado moderado.	Estas tierras tienen aptitud para conservación de la vegetación natural y vida silvestre; requieren programas de reforestación en las áreas desprovistas de vegetación arbórea. Los usos recomendados son los sistemas forestales de protección en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de erosión, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
8ps1	Presenta limitaciones por pendiente fuertemente escarpada y suelos, asociada a otras limitantes como: clima (escasa y/o excesiva distribución de lluvias, temperaturas muy bajas) y poca profundidad efectiva.	De acuerdo con las limitaciones tan severas que presentan, las tierras de estas unidades no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, en consecuencia, deben dedicarse a la conservación y protección de los bosques y la reforestación con especies que se adapten a las diferentes condiciones climáticas
6p3	Las tierras de esta subclase presentan limitaciones muy severas para uso agropecuario debido a las pendientes ligeramente escarpadas y a la afectación por erosión en grado moderado, lo que limita el desarrollo de los cultivos y las actividades ganaderas.	El uso recomendado para estas tierras es la implementación de un sistema silvopastoril con el establecimiento integrado de bosques y pastos, ganadería semi-intensiva. Se recomienda rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, reforestación y revegetalización de las zonas erodadas y protección de los drenajes naturales.
4pe	Los factores determinantes para ubicar las tierras en esta subclase	Estas tierras tienen aptitud para sistemas silvopastoriles: ganadería con pastos mejorados

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
	limitando su uso y manejo fueron las pendientes fuertemente inclinadas y la erosión en grado moderado.	y plantaciones forestales, programas de fertilización, rotación de potreros, uso de variedades mejoradas de pasto, cercas vivas, protección de los drenajes naturales, recuperación de las zonas afectadas por erosión.
7c	Las tierras de este grupo de capacidad tienen severas limitaciones para uso agropecuario, debido a condiciones climáticas de temperaturas muy bajas, exceso de lluvias y heladas frecuentes, que limitan el desarrollo de actividades agropecuarias.	Los usos recomendados para estas tierras son de conservación e implementación de programas de recuperación de los recursos naturales por medio de sistemas forestales protectores para el mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa con el fin de evitar la degradación de los suelos.
6s1	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la profundidad efectiva muy superficial y superficial, presencia de abundantes fragmentos de roca en el perfil y pedregosidad superficial.	El uso recomendado corresponde a cultivos semi perennes o perennes, semi intensivos e intensivos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La ganadería extensiva es un uso alternativo si se evita el sobrepastoreo y se realiza buen manejo de los potreros. Las prácticas de conservación del recurso suelo deben ser mayores para evitar el aumento de la erosión ligera que se presenta en la unidad, en especial en los sectores con pendientes fuertemente inclinadas.
4s	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la presencia de horizontes argílicos, altos contenidos de arcilla, pedregosidad dentro del perfil y profundidad efectiva superficial, y en menor grado deficiencia de lluvias en un semestre.	Éstas tierras son aptas para cultivos anuales o de rotación, bianuales y perennes (algodón, caña de azúcar, café, soya, maní, tomate, pepino cohombro, ají, berenjena, cacao, arroz, plátano, banano, frutales, cítricos), así como para ganadería semi-intensiva con pastos de corte, para bancos de proteína y forrajes (elefante, king grass, leucaena, sarandaja, kikuyo, estrella africana, pangola, puntero, micay, caña forrajera) y para sistemas agroforestales (cedro, dormilón, balsa, arrayán, aro, eucalipto, guásimo, gualanday, guamo, guayacán, matarratón) que requieren prácticas de manejo con el fin de disminuir y/o controlar la erosión y los movimientos en masa.
4ps	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente inclinadas, relación calcio/magnesio invertida, profundidad efectiva superficial, presencia de fragmentos de roca en el suelo; en menor grado	Estas tierras tienen aptitud para ganadería extensiva en pastos introducidos, para algunos cultivos densos, sistemas agroforestales y plantaciones forestales. Se recomiendan prácticas de manejo como siembras en curvas a nivel, evitar la sobrecarga de ganado y el sobrepastoreo, mantener una buena cobertura

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
	deficiencia de lluvias en un semestre y pedregosidad superficial y baja permeabilidad. Gran parte de las tierras se encuentran en pastos naturales para ganadería extensiva y otras en agricultura con cultivos de café, plátano, frutales y explotaciones forestales con pino y eucalipto.	vegetal, suministro de riego complementario, aplicar abonos orgánicos, fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos según análisis de los suelos.
8p2	Presenta limitaciones principalmente por pendiente fuertemente escarpada (>75%), asociada a otras limitantes como: clima (escasa y/o excesiva distribución de lluvias, temperaturas muy bajas) erosión moderada y severa, poca profundidad efectiva	De acuerdo con las limitaciones tan severas que presentan, las tierras de estas unidades no son aptas para explotaciones agropecuarias o forestales, en consecuencia, deben dedicarse a la conservación y protección de los bosques y la reforestación con especies que se adapten a las diferentes condiciones climáticas.
3s	Los factores determinantes en su limitación para el uso y manejo de los suelos son la profundidad efectiva moderada limitada por fragmentos de roca o incremento de arcillas y fertilidad muy baja en algunos sectores.	Esta unidad tiene aptitud para cultivos transitorios y semipermanentes, ganadería semi-intensiva. Se recomienda manejo de pastos de corte y pastos introducidos, cercas con leguminosas para ramoneo que complementen la dieta de los semovientes, realizar prácticas de conservación de suelos como renovación de praderas, siembras en fajas con pastos de corte, aplicación de fertilizantes utilizando buenas prácticas agrícolas, labranza mínima y adecuado manejo de pastos y ganado para evitar sobre pastoreo. En zonas donde se presenten procesos erosivos realizar prácticas de conservación y restauración de suelos como rotación de cultivos, siembras en contorno, en fajas o través de la pendiente.
7p3	Las tierras de este grupo de capacidad tienen severas limitaciones para uso agropecuario, debido a las pendientes moderadamente escarpadas, en menor grado susceptibilidad los movimientos en masa que limitan el desarrollo y manejo de los diferentes cultivos a las condiciones de esta zona.	Se recomienda para su uso sistemas agroforestales y forestales de protección-producción en las zonas donde las características de los suelos lo permitan, con prácticas de conservación de los bosques nativos, obras para mitigar las aguas de escorrentía, programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de movimientos en masa, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.
6psc	Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son	Estas tierras son aptas para cultivos perennes, forestales, agroforestales, sistemas

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
	<p>las pendientes ligeramente escarpadas, pedregosidad superficial y altas precipitaciones, en menor grado y no menos importante la afectación por procesos de remoción y baja fertilidad.</p>	<p>silvopastoriles. Se recomienda realizar programas de recuperación de las zonas afectadas por los procesos de movimientos en masa, protección de los nacimientos de agua evitando la tala y quema de los bosques.</p>
4pes	<p>Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las fuertes pendientes, los procesos erosivos en grado moderado y la poca profundidad efectiva debido a la presencia de horizontes compactados y fragmentos de roca.</p>	<p>Son tierras aptas para cultivos transitorios y semipermanentes, pastos mejorados teniendo en cuenta rotación de potreros, establecimiento de cercas vivas, siembras en curvas a nivel, control de los procesos de erosión con reforestación, revegetalización, mantenimiento de la cobertura vegetal, evitar la sobrecarga de potreros, el sobrepastoreo y protección de los drenajes naturales. Aplicación de fertilizantes y enmiendas (cal) de acuerdo con los requerimientos de los cultivos y pastos.</p>
6sc	<p>Las principales limitantes que restringen el uso de estas tierras son la pedregosidad superficial y temperaturas bajas con excesos de lluvias en unos y en otras temperaturas altas con déficit de lluvias; en menor grado las pendientes fuertemente inclinadas y erosión en grado moderado.</p>	<p>Los usos recomendados son proyectos agroforestales de protección-producción adaptados al clima, sistemas silvopastoriles evitando el sobrepastoreo y la sobrecarga en los potreros.</p>
8p3	<p>Las principales limitantes para el uso de estas tierras son las pendientes fuertemente escarpadas (&gt;75%) y susceptibilidad a movimientos en masa. En menor grado presentan limitaciones por bajas temperaturas.</p>	<p>Estas tierras no se deben utilizar para actividades agropecuarias debido a las fuertes pendientes que presentan, se recomienda dedicarlas a la protección de los recursos, principalmente del suelo y agua. Se sugiere permitir la regeneración de la vegetación natural, recuperar las áreas afectadas por los movimientos en masa mediante reforestación y conservación de la cobertura vegetal.</p>
3pc	<p>Los factores determinantes que limitan el uso son las pendientes moderadamente inclinadas y las condiciones de bajas y altas temperaturas, estas últimas causando la escasa y deficiente distribución de las lluvias.</p>	<p>En la actualidad estas tierras se encuentran utilizadas en ganadería extensiva con pastos mejorados (Brachiaria, India y Estrella). Estos usos se consideran indicados para estas tierras, también se recomiendan frutales adaptados a las condiciones agroecológicas de la zona, leguminosas forrajeras para ganadería semi-intensiva y cultivos transitorios. Se requiere la implementación de prácticas de manejo de suelos como aplicación de riego, labranza mínima, rotación de cultivos, rotación de</p>



UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
		potreros y ganadería con sistema semiestabulado.
3sc	Las principales limitantes que restringen el uso de los suelos son las texturas finas y la deficiencia de lluvias durante un semestre, generando condiciones de estrés hídrico.	Según las limitaciones antes mencionadas, las mismas se pueden calificar como moderadas y agrupan tierras con posibilidades de utilización para ganadería y una amplia gama de cultivos, definidas por prácticas de mecanización y de carácter intensivo y semi-intensivo, se recomienda el uso mediante cultivos transitorios (CTI, CTS) de secano en condiciones húmedas, tales como el maíz y el frijol; como también de cultivos permanentes intensivos y semi-intensivos bajo riego en condiciones secas (CPI, CPS) como el aguacate y cítricos. Todos ellos bajo un manejo agronómico adecuado de suelos basado en prácticas de subsolado a fin de romper los horizontes compactados, así como el uso de enmiendas para reducir la acidez de los suelos.
3ps	Las principales limitantes para el uso de estas tierras son las pendientes moderadamente inclinadas, estrecha relación de calcio y magnesio y alta retención de fósforo.	Estos suelos tienen aptitud para sistemas agroforestales, se recomienda labranza mínima y adecuado manejo de pastos y ganado. Para evitar procesos erosivos realizar prácticas de conservación y restauración de suelos como rotación de cultivos, siembras en contorno, en fajas o través de la pendiente. En cuanto a aspectos de fertilización se recomienda el diseño de planes de fertilización que contemplen la fijación de fósforo (>85%) y el aporte de macronutrientes (K, Ca y Mg).
8c	Presenta limitaciones extremadamente severas por temperaturas muy bajas, abundante nubosidad, poco brillo solar y vientos fuertes; además y en menor grado las pendientes fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas, alta saturación de aluminio, profundidad efectiva muy superficial, drenaje pantanoso en sectores y abundantes fragmentos de roca en el perfil.	El uso recomendado es la conservación y protección de los recursos naturales, hídricos, faunísticos y florísticos, por su importancia como ecosistemas estratégicos para la regulación del recurso hídrico.
PMa	Baja precipitación pluvial.	Agricultura con cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar, hortalizas o frutales y ganadería intensiva con pasto elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá. Las

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
		prácticas de manejo consisten en aplicar riego por superficie o aspersión con aguas de buena calidad, fertilizar según el tipo específico de utilización y reducir las labores de labranza.
GLar	Los limitantes de uso y manejo de estas tierras son el drenaje natural imperfecto y las texturas finas.	Los usos recomendados son los cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y la ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como estrella o kudzú. Las prácticas de manejo consisten en realizar labores de preparación, siembra y cosecha en adecuados estados de humedad del suelo, mantener el drenaje artificial, aplicar riego por aspersión con aguas de buena calidad y fertilizar según el tipo específico de utilización.
FLa	El limitante de uso y manejo de estas tierras son las texturas gruesas.	Los usos recomendados son los cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y la ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá. Las prácticas de manejo consisten en realizar labranza mínima, incorporar materiales orgánicos para mejorar la capacidad de retención de humedad de los suelos, aplicar riego por goteo con aguas de buena calidad y fertilizar según el tipo específico de utilización.
GUa	Drenado natural moderado.	Los usos recomendados son los cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar o frutales y la ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá. Las prácticas de manejo consisten en construir canales de drenaje para mantener el nivel freático por debajo de 50 cm, aplicar riego por aspersión con aguas de buena calidad, realizar labranza mínima y fertilizar según el tipo específico de utilización.

En la **Tabla 114** se presentan las principales características de los predios que hicieron parte del estudio, enfocadas en la capacidad de uso (UCS), provincia de humedad y orden de suelo. En cuanto a la UCS, en los puntos seleccionados predomina la unidad 7p1 con 39,34%, seguida de 6p1 y Fla, cada una con el 9,84% de los predios, continúa la unidad 8s1 con el 8,20% de la información, las unidades 4p1, 6c2, PMA y GUa representan cada una el 4,92% de los predios, mientras que la unidad 6pc2 solo el 3,28% de estos, por último, las unidades 3pc, 6p3, 7s, 6c1, 6pc1 y GLar contribuyeron cada una con el 1,64% de los datos.

**Tabla 114.** Principales características puntos levantamiento información primaria en Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración Propia.

Código	Corregimiento	Cultivo	UCS	Provincia de Humedad	Orden de Suelo
PTUL01	Monteloro	Cítricos	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL02	Monteloro	Café	6p3	Húmeda	Andisol
PTUL03	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL04	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL05	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL06	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL07	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL08	Monteloro	Café	8s1	Húmeda	Andisol
PTUL09	Monteloro	Plátano	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL10	Monteloro	Mora	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL11	Monteloro	Mora	8s1	Húmeda	Andisol
PTUL12	La Diadema	Lulo	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL13	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL14	Monteloro	Café	8s1	Húmeda	Andisol
PTUL15	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL16	Monteloro	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL17	Monteloro	Café	8s1	Húmeda	Andisol
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL19	La Diadema	Mora	7s	Húmeda	Andisol
PTUL20	La Diadema	Mora	6p1	Húmeda	Andisol
PTUL21	La Diadema	Mora	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL22	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL23	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL24	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL25	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL26	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL27	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL28	La Diadema	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL29	Santa Lucía	Papa criolla	6c2	Húmeda	Andisol
PTUL30	Santa Lucía	Papa criolla	3pc	Húmeda	Andisol
PTUL31	Santa Lucía	Papa criolla	6c2	Húmeda	Andisol
PTUL32	Santa Lucía	Papa criolla	6c1	Húmeda	Andisol
PTUL33	Santa Lucía	Papa criolla	6pc2	Húmeda	Andisol
PTUL34	Santa Lucía	Papa criolla	6c2	Húmeda	Andisol
PTUL35	Santa Lucía	Papa criolla	6pc2	Húmeda	Andisol
PTUL36	Santa Lucía	Fresa	6pc1	Húmeda	Andisol
PTUL37	San Lorenzo	Café	7p1	Húmeda	Alfisol
PTUL38	San Lorenzo	Café	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL39	San Lorenzo	Café	6p1	Húmeda	Andisol
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	4p1	Húmeda	Andisol
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	7p1	Húmeda	Andisol
PTUL42	San Lorenzo	Café	8s1	Húmeda	Alfisol

Código	Corregimiento	Cultivo	UCS	Provincia de Humedad	Orden de Suelo
PTUL43	San Lorenzo	Café	4p1	Húmeda	Andisol
PTUL44	San Lorenzo	Café	4p1	Húmeda	Andisol
PTUL45	San Lorenzo	Café	6p1	Húmeda	Andisol
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	6p1	Húmeda	Andisol
PTUL47	San Lorenzo	Café	6p1	Húmeda	Andisol
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	6p1	Húmeda	Andisol
PTUL49	Nariño	Soya	PMa	Seca	Molisol
PTUL50	Nariño	Soya	GLar	Seca	Vertisol
PTUL51	Nariño	Soya	PMa	Seca	Molisol
PTUL52	Nariño	Maíz	PMa	Seca	Molisol
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	FLa	Seca	Molisol
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	GUa	Seca	Molisol
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	GUa	Seca	Molisol
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	FLa	Seca	Molisol
PTUL57	La Palmera	Limón	GUa	Seca	Molisol
PTUL58	La Palmera	Limón	FLa	Seca	Molisol
PTUL59	La Palmera	Limón	FLa	Seca	Molisol
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	FLa	Seca	Molisol
PTUL61	La Palmera	Maíz	FLa	Seca	Molisol

En este sentido, considerando la información de la clase de tierras, las limitaciones, usos recomendados y los cultivos establecidos actualmente, se generó la **Tabla 115**, en la cual se observa una calificación sobre la compatibilidad del uso recomendado para cada área en la que se encuentran los predios que hicieron parte del estudio y el uso actual, el cual se dividió en tres: a) Acorde: para aquellos predios en que su uso recomendado y actual son similares o compatibles; b) Parcialmente acorde: para aquellos predios en que el uso actual abarca algunas pero no todas las consideraciones del uso recomendado; y c) Poco acorde: para aquellos predios en los que el uso actual se aleja lo suficiente del uso recomendado. En este sentido, los predios evaluados en el cruce Tuluá/Tuluá, presentaron en un 60,66% una calificación de “Poco acorde”, seguida de un 36,07% de predios que obtuvieron una calificación de “Acorde”, y, por último, en un 3,28% de los predios se presentó una calificación “Parcialmente acorde”.

**Tabla 115.** Calificación uso recomendado Vs actual en los puntos levantamiento información primaria en Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración Propia.

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
PTUL01	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Cítricos	Poco acorde
PTUL02	6p3	Sistemas silvopastoriles (integrado de bosques y pastos, ganadería semi-intensiva), rotación de potreros, cercas vivas, reforestación y revegetalización de las zonas erodadas y protección de los drenajes naturales	Café	Parcialmente acorde
PTUL03	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL04	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL05	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL06	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL07	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL08	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PTUL09	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Plátano	Poco acorde
PTUL10	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Mora	Poco acorde
PTUL11	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Mora	Poco acorde
PTUL12	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Lulo	Poco acorde
PTUL13	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas	Café	Poco acorde

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
		afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos		
PTUL14	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PTUL15	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL16	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL17	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PTUL18	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Tomate de árbol	Poco acorde
PTUL19	7s	Cultivos agroforestales y planes forestales de protección y conservación de los recursos naturales existentes, en áreas erosionadas mantener el suelo con cobertura permanente e incentivar el ecoturismo dado la riqueza de paisaje de la región	Mora	Poco acorde
PTUL20	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Mora	Acorde
PTUL21	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Mora	Poco acorde
PTUL22	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL23	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL24	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL25	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL26	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas	Café	Poco acorde

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
		afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos		
PTUL27	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL28	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL29	6c2	Conservación y preservación de los recursos naturales, reforestación con prácticas de conservación del recurso suelo	Papa criolla	Poco acorde
PTUL30	3pc	Ganadería extensiva con pastos mejorados (Brachiaria, India y Estrella), frutales adaptados a las condiciones agroecológicas de la zona, leguminosas forrajeras para ganadería semi-intensiva y cultivos transitorios	Papa criolla	Acorde
PTUL31	6c2	Conservación y preservación de los recursos naturales, reforestación con prácticas de conservación del recurso suelo	Papa criolla	Poco acorde
PTUL32	6c1	Sistemas agroforestales de protección-producción adaptados al clima, sistemas silvopastoriles	Papa criolla	Poco acorde
PTUL33	6pc2	Cultivos forestales y agroforestales que eviten los movimientos en masa, regeneración de la vegetación natural, reforestación y conservación de cobertura vegetal en áreas afectadas por movimientos en masa	Papa criolla	Poco acorde
PTUL34	6c2	Conservación y preservación de los recursos naturales, reforestación con prácticas de conservación del recurso suelo	Papa criolla	Poco acorde
PTUL35	6pc2	Cultivos forestales y agroforestales que eviten los movimientos en masa, regeneración de la vegetación natural, reforestación y conservación de cobertura vegetal en áreas afectadas por movimientos en masa	Papa criolla	Poco acorde
PTUL36	6pc1	Cultivos forestales, agroforestales o para el desarrollo de sistemas silvopastoriles	Fresa	Poco acorde
PTUL37	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL38	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Café	Poco acorde
PTUL39	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Café	Acorde

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
PTUL40	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Habichuela	Parcialmente acorde
PTUL41	7p1	Conservación y preservación de los recursos naturales, bosques nativos, recuperación de zonas afectadas por erosión e implementación de esquemas de protección de recursos hídricos	Plátano	Poco acorde
PTUL42	8s1	Conservación y recuperación de los recursos naturales	Café	Poco acorde
PTUL43	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Café	Acorde
PTUL44	4p1	Cultivos de plátano, aguacate y cítricos, actividades agrosilvícolas como café-guamo, plátano-guamo y cacao	Café	Acorde
PTUL45	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Café	Acorde
PTUL46	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Lulo	Acorde
PTUL47	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Café	Acorde
PTUL48	6p1	Actividades agrícolas (cultivos transitorios y semiperennes y perennes) asociadas con forestales y ganaderas (semi-intensiva)	Tomate	Acorde
PTUL49	PMa	Cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar, hortalizas o frutales y ganadería intensiva con pasto elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Soya	Acorde
PTUL50	GLar	Cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como estrella o kudzú	Soya	Acorde
PTUL51	PMa	Cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar, hortalizas o frutales y ganadería intensiva con pasto elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Soya	Acorde
PTUL52	PMa	Cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar, hortalizas o frutales y ganadería intensiva con pasto elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Maíz	Acorde
PTUL53	FLa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Ají	Acorde
PTUL54	GUa	Cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar o frutales y ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como	Soya	Acorde



Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
		elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá		
PTUL55	GUa	Cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar o frutales y ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Soya	Acorde
PTUL56	FLa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Soya	Acorde
PTUL57	GUa	Cultivos de algodón, soya, frijol, maíz, sorgo, caña de azúcar o frutales y ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Limón	Acorde
PTUL58	FLa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Limón	Acorde
PTUL59	FLa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Limón	Acorde
PTUL60	FLa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Aguacate	Acorde
PTUL61	FLa	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla, melón u hortalizas y ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, guinea, pangola, estrella, bermuda o yaraguá	Maíz	Acorde

En este sentido, los predios calificados como “Poco acorde” poseen una brecha más grande entre el uso recomendado y el actual, por tanto, deberían implementar programas de reconversión de mayor impacto que pueden implicar altos costos y una transformación sustancial de los sistemas productivos que manejan. Los predios calificados como “Parcialmente acordes”, si bien poseen algunas características que los relacionan con el uso recomendado, también deberían implementar programas de reconversión, aunque, en principio, con un costo menor a los que se encuentran calificados como “Poco acorde”, la transformación del agroecosistema también podría ser sustancial, especialmente en el caso de los que requieren actividades de reforestación. En cuanto a los predios calificados como “Acorde”, es importante realizar monitoreos periódicos y realizar inversiones que permitan que el agroecosistema se mantenga dentro de los parámetros estipulados para el correcto manejo del suelo, aunque estas inversiones en todo caso serán menores que en los casos de predios con las otras calificaciones.

### 7.3 CAMPAÑA DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ

En los predios priorizados (cultivos) en la cuenca Tuluá (municipio Tuluá), se adelantaron campañas de levantamiento de información primaria, entre las que se incluyó muestreo de suelos, con el fin de establecer las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas, se obtuvieron 61 muestras de suelo disturbado (una por predio) y 102 muestras de suelo no disturbado (cilindro biselado, dos por predio) para análisis físico; en 19 de los predios se tomaron muestras de agua para análisis químico (**Tabla 116**). El 24,59% de la información se obtuvo en el corregimiento de Monteloro, en La Diadema el 21,31%, en San Lorenzo el 19,67%, en Santa Lucía el 13,11% de la información, en Tres Esquinas el 8,20%, en Nariño y La Palmera 6,56%, respectivamente. Por otro lado, los cultivos principales con más representación fueron el café (en ocasiones asociado con plátano, cítricos o lulo) en un 44,26% de los predios, la papa criolla supuso un 11,48% de la información en campo, seguido de la soya con 9,84%, seguido de la mora con 8,20%, cítricos (limón y otros) con 6,56% de los predios, el plátano, el lulo y el maíz con 3,28% cada uno, mientras que el tomate de árbol, fresa, habichuela, tomate, ají y aguacate contribuyeron cada uno con el 1,64% de la información.

**Tabla 116.** Puntos levantamiento información primaria en el cruce cuenca/municipio de Tuluá/Tuluá. Fuente: Elaboración Propia.

Código	Corregimiento	Cultivo	Latitud	Longitud	Muestra de Agua
PTUL01	Monteloro	Cítricos	3.959127119	-76.07098609	NO
PTUL02	Monteloro	Café	3.960674686	-76.06652087	Sí
PTUL03	Monteloro	Café	3.961100831	-76.06399503	NO
PTUL04	Monteloro	Café	3.963694752	-76.06410646	Sí
PTUL05	Monteloro	Café	3.957814211	-76.07076129	NO
PTUL06	Monteloro	Café	3.95533104	-76.07111535	NO
PTUL07	Monteloro	Café	3.95523471	-76.07219897	Sí
PTUL08	Monteloro	Café	3.9611944	-76.072333	NO
PTUL09	Monteloro	Plátano	3.961676281	-76.06686963	NO
PTUL10	Monteloro	Mora	3.981604242	-76.06986576	NO
PTUL11	Monteloro	Mora	3.984044464	-76.07132492	NO
PTUL12	La Diadema	Lulo	3.978260461	-76.07274327	Sí
PTUL13	La Diadema	Café	3.977693239	-76.07316173	NO
PTUL14	Monteloro	Café	3.979073888	-76.07216391	NO
PTUL15	Monteloro	Café	3.977864451	-76.07199225	NO
PTUL16	Monteloro	Café	3.976462358	-76.07208881	NO
PTUL17	Monteloro	Café	3.976109198	-76.07270035	NO
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	3.98281475	-76.0731046	NO
PTUL19	La Diadema	Mora	3.998254	-76.081991	Sí
PTUL20	La Diadema	Mora	3.9943837	-76.0760454	NO
PTUL21	La Diadema	Mora	3.9939112	-76.0783299	NO
PTUL22	La Diadema	Café	3.9850197	-76.0809713	NO

Código	Corregimiento	Cultivo	Latitud	Longitud	Muestra de Agua
PTUL23	La Diadema	Café	3.977543	-76.078023	Sí
PTUL24	La Diadema	Café	3.9698887	-76.0798149	Sí
PTUL25	La Diadema	Café	3.9680306	-76.0831391	NO
PTUL26	La Diadema	Café	3.9750396	-76.0744834	NO
PTUL27	La Diadema	Café	3.9694157	-76.0847103	Sí
PTUL28	La Diadema	Café	3.9713995	-76.0782925	NO
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	3.96232	-75.943009	Sí
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	3.926377	-75.931919	Sí
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	3.937114	-75.949643	Sí
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	3.950064	-75.953131	Sí
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	3.988246	-75.879403	Sí
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	3.962541	-75.943282	NO
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	3.932712	-75.922037	NO
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	3.956146637	-75.94589337	NO
PTUL37	San Lorenzo	Café	4.017919218	-76.12932411	NO
PTUL38	San Lorenzo	Café	3.995683107	-76.12659027	Sí
PTUL39	San Lorenzo	Café	3.999354144	-76.12683703	NO
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	4.004066982	-76.1288394	Sí
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	3.986692593	-76.11633235	NO
PTUL42	San Lorenzo	Café	4.0176146	-76.1297771	NO
PTUL43	San Lorenzo	Café	4.00073	-76.116618	NO
PTUL44	San Lorenzo	Café	4.0053366	-76.1053753	Sí
PTUL45	San Lorenzo	Café	4.001040375	-76.11417183	NO
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	3.9970132	-76.1154093	NO
PTUL47	San Lorenzo	Café	4.002565	-76.127183	NO
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	4.003491055	-76.1297389	NO
PTUL49	Nariño	Soya	4.1067835	-76.2309598	Sí
PTUL50	Nariño	Soya	4.107196	-76.229052	NO
PTUL51	Nariño	Soya	4.10491	-76.229052	NO
PTUL52	Nariño	Maíz	4.101657	-76.228814	NO
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	4.1141777	-76.2126435	Sí
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	4.109568	-76.209948	NO
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	4.109848	-76.209323	NO
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	4.1188281	-76.2229793	NO
PTUL57	La Palmera	Limón	4.1161183	-76.2445023	NO
PTUL58	La Palmera	Limón	4.122945	-76.2398756	NO
PTUL59	La Palmera	Limón	4.122945	-76.2398756	NO
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	4.120691	-76.226341	NO
PTUL61	La Palmera	Maíz	4.118708	-76.231462	Sí

En la **Figura 64** se presentan algunas fotografías de diferentes momentos durante el levantamiento de información primaria en el cruce Tuluá/Tuluá.



**Figura 64.** Levantamiento información primaria cruce Tuluá/Tuluá.

## 7.4 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ

### 7.4.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

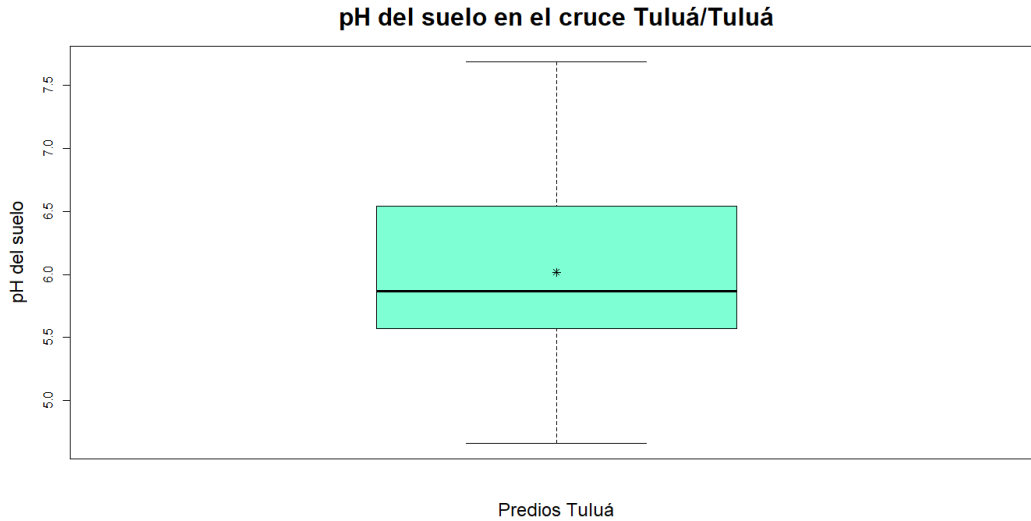
En la **Tabla 117** se observan los resultados del análisis de suelo para la variable pH y su interpretación; en el 31,15% de los predios se presentó un pH Moderadamente Ácido (5,5-6,0), en el 22,95% Neutro (6,5-7,3), en el 18,03% Ligeramente Ácido (6,0-6,5), en 16,39% Fuertemente Ácido (5,0-5,5), en el 6,56% Extremadamente Ácido (<5,0) y en el 4,92% Alcalino (7.4-8.0).

**Tabla 117.** pH e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	pH	Interpretación pH
PTUL01	Monteloro	Cítricos	5.79	Moderadamente ácido
PTUL02	Monteloro	Café	6.83	Neutro
PTUL03	Monteloro	Café	6.54	Neutro
PTUL04	Monteloro	Café	5.53	Moderadamente ácido
PTUL05	Monteloro	Café	5.50	Fuertemente ácido
PTUL06	Monteloro	Café	6.44	Ligeramente ácido
PTUL07	Monteloro	Café	5.63	Moderadamente ácido
PTUL08	Monteloro	Café	5.50	Fuertemente ácido
PTUL09	Monteloro	Plátano	5.06	Fuertemente ácido
PTUL10	Monteloro	Mora	6.05	Ligeramente ácido
PTUL11	Monteloro	Mora	5.65	Moderadamente ácido
PTUL12	La Diadema	Lulo	5.60	Moderadamente ácido
PTUL13	La Diadema	Café	5.85	Moderadamente ácido
PTUL14	Monteloro	Café	5.49	Fuertemente ácido
PTUL15	Monteloro	Café	6.58	Neutro
PTUL16	Monteloro	Café	5.24	Fuertemente ácido
PTUL17	Monteloro	Café	4.81	Extremadamente ácido
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	5.96	Moderadamente ácido
PTUL19	La Diadema	Mora	5.68	Moderadamente ácido
PTUL20	La Diadema	Mora	5.07	Fuertemente ácido

Código	Corregimiento	Cultivo	pH	Interpretación pH
PTUL21	La Diadema	Mora	5.32	Fuertemente ácido
PTUL22	La Diadema	Café	6.27	Ligeramente ácido
PTUL23	La Diadema	Café	6.06	Ligeramente ácido
PTUL24	La Diadema	Café	5.87	Moderadamente ácido
PTUL25	La Diadema	Café	5.71	Moderadamente ácido
PTUL26	La Diadema	Café	6.24	Ligeramente ácido
PTUL27	La Diadema	Café	5.60	Moderadamente ácido
PTUL28	La Diadema	Café	5.84	Moderadamente ácido
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	6.21	Ligeramente ácido
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	5.78	Moderadamente ácido
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	5.65	Moderadamente ácido
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	6.16	Ligeramente ácido
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	6.02	Ligeramente ácido
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	5.98	Moderadamente ácido
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	5.61	Moderadamente ácido
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	4.91	Extremadamente ácido
PTUL37	San Lorenzo	Café	5.72	Moderadamente ácido
PTUL38	San Lorenzo	Café	6.62	Neutro
PTUL39	San Lorenzo	Café	5.14	Fuertemente ácido
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	4.66	Extremadamente ácido
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	6.33	Ligeramente ácido
PTUL42	San Lorenzo	Café	6.22	Ligeramente ácido
PTUL43	San Lorenzo	Café	5.50	Fuertemente ácido
PTUL44	San Lorenzo	Café	5.07	Fuertemente ácido
PTUL45	San Lorenzo	Café	5.57	Moderadamente ácido
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	6.94	Neutro
PTUL47	San Lorenzo	Café	4.87	Extremadamente ácido
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	5.65	Moderadamente ácido
PTUL49	Nariño	Soya	7.13	Neutro
PTUL50	Nariño	Soya	7.26	Neutro
PTUL51	Nariño	Soya	6.58	Neutro
PTUL52	Nariño	Maíz	6.77	Neutro
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	7.22	Neutro
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	6.65	Neutro
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	6.51	Neutro
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	6.31	Ligeramente ácido
PTUL57	La Palmera	Limón	7.52	Alcalino
PTUL58	La Palmera	Limón	7.69	Alcalino
PTUL59	La Palmera	Limón	7.60	Alcalino
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	6.65	Neutro
PTUL61	La Palmera	Maíz	6.88	Neutro

En la **Figura 65** se presenta el pH de forma general en la cuenca Tuluá (municipio Tuluá), y en la **Tabla 118** se muestran algunas estadísticas descriptivas; destaca la que la media fue un pH de 6,02, donde el valor mínimo fue de 4,66 y el máximo de 7,69.

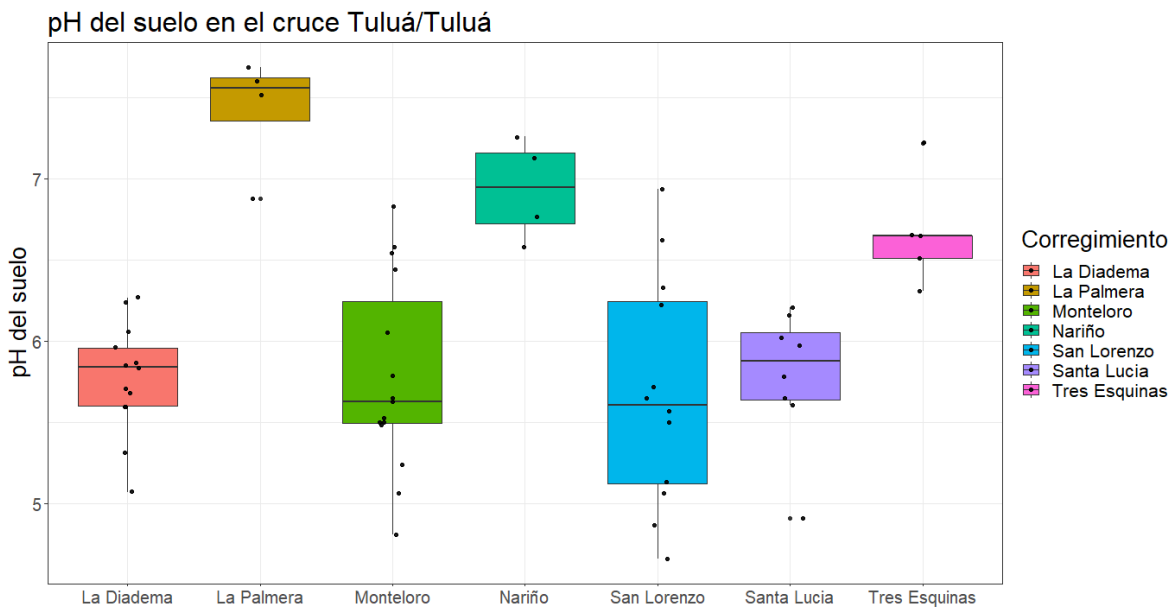


**Figura 65.** Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 118.** pH del suelo en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

pH del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
4.66	7.69	6.02	5.87	0.72

Por otro lado, en la **Figura 66**, se presentan los datos de pH, esta vez por corregimiento, destaca que los valores promedio más altos se presentaron en el corregimiento de La Palmera (7,42), en la zona plana del municipio de Tuluá, mientras que el promedio más bajo se presentó en el corregimiento de San Lorenzo (5,69).



**Figura 66.** Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

#### 7.4.2. Materia Orgánica del suelo (MO)

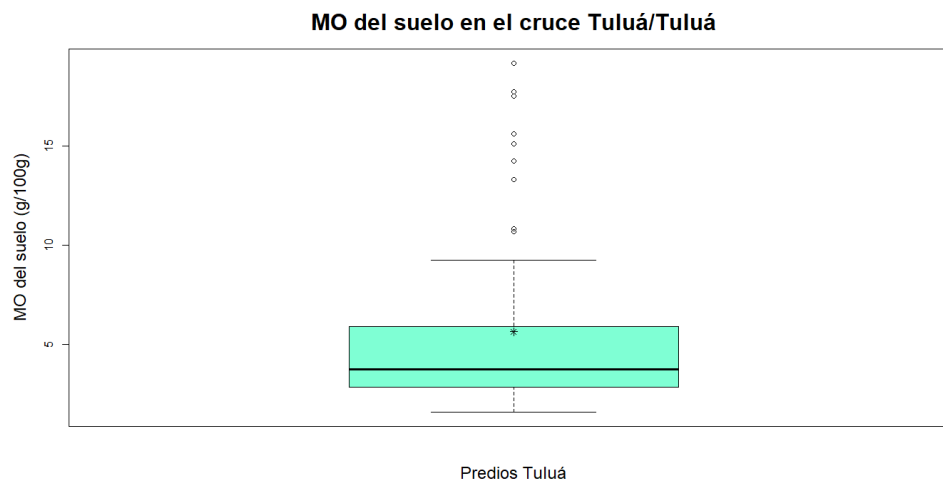
En la **Tabla 119** se presentan los resultados de la materia orgánica del suelo (MO) y su interpretación; en el 40,98% de los predios se obtuvieron contenidos Medios de MO (3-5 g/100g), mientras que en el 31,15% los contenidos fueron Altos (>5 g/100g), en el 27,87% de los predios se alcanzaron contenidos Bajos (<3 g/100g).

**Tabla 119.** MO e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	MO (g/100g)	Interpretación MO
PTUL01	Monteloro	Cítricos	5.22	Alto
PTUL02	Monteloro	Café	4.17	Medio
PTUL03	Monteloro	Café	6.00	Alto
PTUL04	Monteloro	Café	2.86	Bajo
PTUL05	Monteloro	Café	5.83	Alto
PTUL06	Monteloro	Café	4.93	Medio
PTUL07	Monteloro	Café	3.74	Medio
PTUL08	Monteloro	Café	4.40	Medio
PTUL09	Monteloro	Plátano	4.41	Medio
PTUL10	Monteloro	Mora	9.24	Alto
PTUL11	Monteloro	Mora	5.91	Alto
PTUL12	La Diadema	Lulo	5.72	Alto
PTUL13	La Diadema	Café	4.52	Medio
PTUL14	Monteloro	Café	3.21	Medio
PTUL15	Monteloro	Café	3.76	Medio
PTUL16	Monteloro	Café	3.50	Medio
PTUL17	Monteloro	Café	2.79	Bajo
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	9.17	Alto
PTUL19	La Diadema	Mora	5.55	Alto
PTUL20	La Diadema	Mora	15.62	Alto
PTUL21	La Diadema	Mora	15.10	Alto
PTUL22	La Diadema	Café	4.14	Medio
PTUL23	La Diadema	Café	4.71	Medio
PTUL24	La Diadema	Café	2.97	Bajo
PTUL25	La Diadema	Café	3.22	Medio
PTUL26	La Diadema	Café	2.55	Bajo
PTUL27	La Diadema	Café	3.64	Medio
PTUL28	La Diadema	Café	3.24	Medio
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	14.24	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	8.65	Medio
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	8.65	Medio
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	17.71	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	10.67	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	13.31	Alto
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	19.17	Alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	17.50	Alto
PTUL37	San Lorenzo	Café	4.19	Medio
PTUL38	San Lorenzo	Café	1.59	Bajo

Código	Corregimiento	Cultivo	MO (g/100g)	Interpretación MO
PTUL39	San Lorenzo	Café	10.84	Alto
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	3.26	Medio
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	3.34	Medio
PTUL42	San Lorenzo	Café	2.84	Bajo
PTUL43	San Lorenzo	Café	3.14	Medio
PTUL44	San Lorenzo	Café	5.90	Alto
PTUL45	San Lorenzo	Café	3.19	Medio
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	3.38	Medio
PTUL47	San Lorenzo	Café	2.52	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	2.17	Bajo
PTUL49	Nariño	Soya	8.57	Alto
PTUL50	Nariño	Soya	3.05	Medio
PTUL51	Nariño	Soya	3.59	Medio
PTUL52	Nariño	Maíz	3.64	Medio
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	2.33	Bajo
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	1.98	Bajo
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	2.36	Bajo
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	2.14	Bajo
PTUL57	La Palmera	Limón	1.66	Bajo
PTUL58	La Palmera	Limón	1.62	Bajo
PTUL59	La Palmera	Limón	1.72	Bajo
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	2.41	Bajo
PTUL61	La Palmera	Maíz	2.21	Bajo

En la **Figura 67** se muestran los contenidos de MO de manera general en la cuenca Tuluá (Tuluá), de acuerdo con los predios evaluados. En la **Tabla 120** se muestran algunas estadísticas descriptivas; destaca que la media fue de 5,63 g/100g, el valor mínimo fue de 1,59 g/100g y el máximo de 19,57 g/100g.



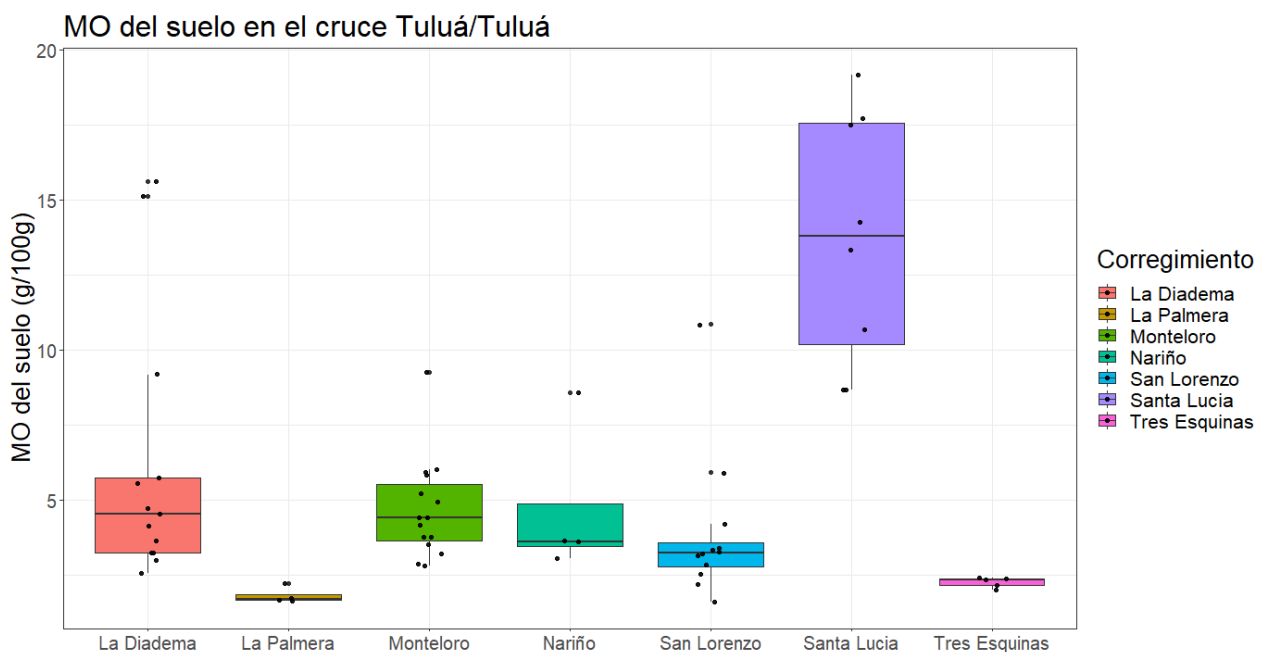
**Figura 67.** Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).



**Tabla 120.** MO del suelo en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

MO (g/100g) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.59	19.57	5.63	3.74	4.44

Por otro lado, en la **Figura 68**, se presentan los datos obtenidos de MO por corregimiento, destaca que el valor promedio más alto se presentó en el corregimiento de Santa Lucía (13,74 g/100g), en la zona alta de la cuenca, mientras que el promedio más bajo se obtuvo en el corregimiento de La Palmera (1,80 g/100g), en la zona plana del municipio.



**Figura 68.** Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

#### 7.4.3. Bases Intercambiables del Suelo (Ca, Mg y K) y CICE

- **Calcio (Ca).**

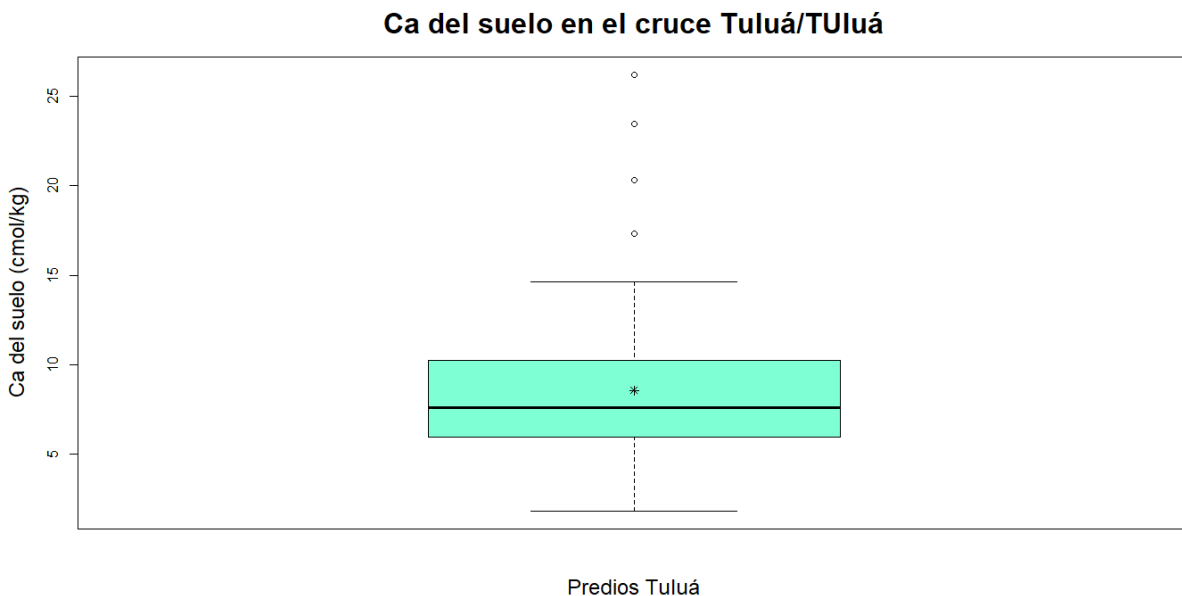
En la **Tabla 121** se muestran los contenidos de Calcio obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 73,77% de los predios se presentaron Altos contenidos de Ca (>6 cmol/kg), mientras que en el 19,67% de los predios los contenidos fueron Medios (3-6 cmol/kg), solo en el 6,56% de los predios se presentaron contenidos Bajos (<3 cmol/kg).

**Tabla 121.** Contenidos de Ca e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Calcio (cmol/kg)	Interpretación Ca
PTUL01	Monteloro	Cítricos	11.38	Alto
PTUL02	Monteloro	Café	20.30	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	26.19	Alto
PTUL04	Monteloro	Café	6.21	Alto
PTUL05	Monteloro	Café	23.42	Alto
PTUL06	Monteloro	Café	17.30	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	9.28	Alto
PTUL08	Monteloro	Café	10.19	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	6.47	Alto
PTUL10	Monteloro	Mora	10.23	Alto
PTUL11	Monteloro	Mora	7.71	Alto
PTUL12	La Diadema	Lulo	5.86	Medio
PTUL13	La Diadema	Café	10.78	Alto
PTUL14	Monteloro	Café	7.29	Alto
PTUL15	Monteloro	Café	10.57	Alto
PTUL16	Monteloro	Café	4.96	Medio
PTUL17	Monteloro	Café	2.67	Bajo
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	10.10	Alto
PTUL19	La Diadema	Mora	8.82	Alto
PTUL20	La Diadema	Mora	1.83	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	4.55	Medio
PTUL22	La Diadema	Café	10.71	Alto
PTUL23	La Diadema	Café	7.69	Alto
PTUL24	La Diadema	Café	6.23	Alto
PTUL25	La Diadema	Café	9.73	Alto
PTUL26	La Diadema	Café	10.23	Alto
PTUL27	La Diadema	Café	5.79	Medio
PTUL28	La Diadema	Café	5.98	Medio
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	6.27	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	7.31	Alto
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	4.75	Medio
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	7.05	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	7.77	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	4.28	Medio
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	6.98	Alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	3.01	Medio
PTUL37	San Lorenzo	Café	6.30	Alto
PTUL38	San Lorenzo	Café	7.19	Alto
PTUL39	San Lorenzo	Café	5.38	Medio
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	2.76	Bajo
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	11.47	Alto
PTUL42	San Lorenzo	Café	6.64	Alto
PTUL43	San Lorenzo	Café	6.58	Alto
PTUL44	San Lorenzo	Café	3.91	Medio

Código	Corregimiento	Cultivo	Calcio (cmol/kg)	Interpretación Ca
PTUL45	San Lorenzo	Café	8.75	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	12.39	Alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	1.96	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	3.88	Medio
PTUL49	Nariño	Soya	12.40	Alto
PTUL50	Nariño	Soya	11.32	Alto
PTUL51	Nariño	Soya	8.15	Alto
PTUL52	Nariño	Maíz	8.98	Alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	7.37	Alto
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	7.15	Alto
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	7.61	Alto
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	5.26	Medio
PTUL57	La Palmera	Limón	9.73	Alto
PTUL58	La Palmera	Limón	12.70	Alto
PTUL59	La Palmera	Limón	14.65	Alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	10.08	Alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	10.22	Alto

En la **Figura 69** se muestra de manera generalizada los contenidos de Ca, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 122** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 8,57 cmol/kg, con un mínimo de 1,83 cmol/kg y un máximo de 26,19 cmol/kg.

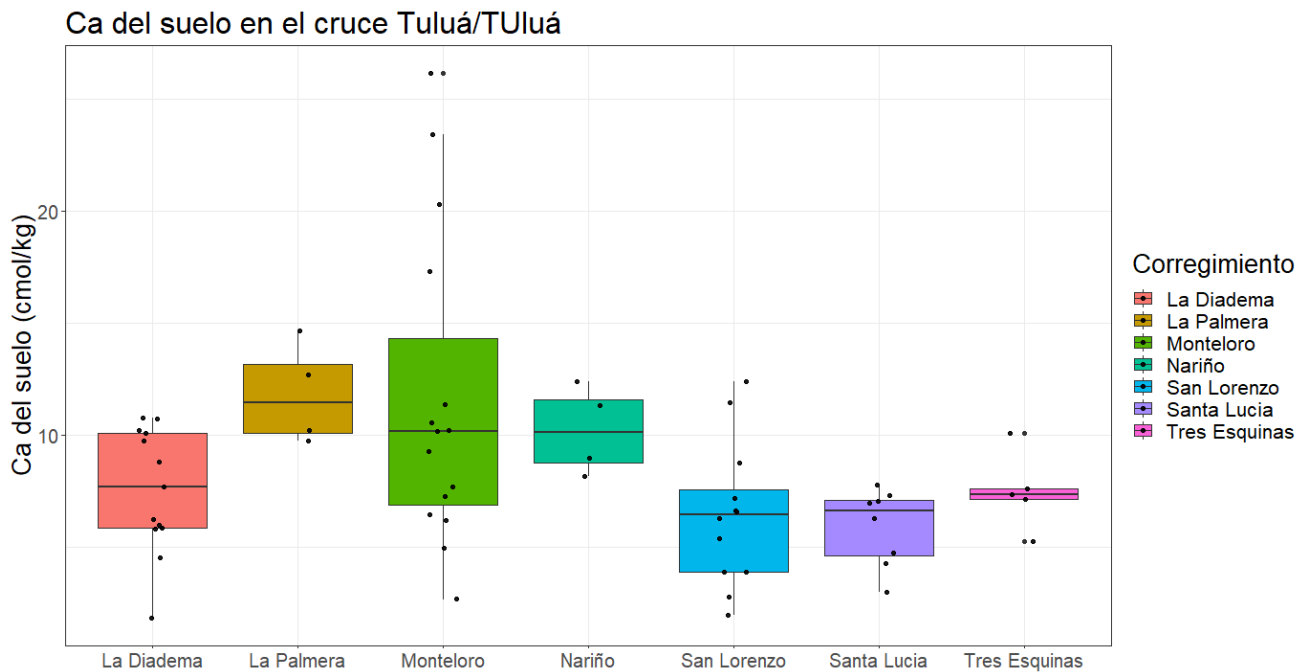


**Figura 69.** Contenidos de Calcio (Ca), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 122.** Contenidos de Ca en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Ca (cmol/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.83	26.19	8.57	7.61	4.60

En la **Figura 70**, se muestran los contenidos de Ca por corregimiento, destaca que en el corregimiento de La Palmera se presentó el contenido de Ca promedio más alto (11,83 cmol/kg), y en el corregimiento de Santa Lucía el contenido de Ca promedio más bajo (5,93 cmol/kg).



**Figura 70.** Contenidos de Ca en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Magnesio (Mg).**

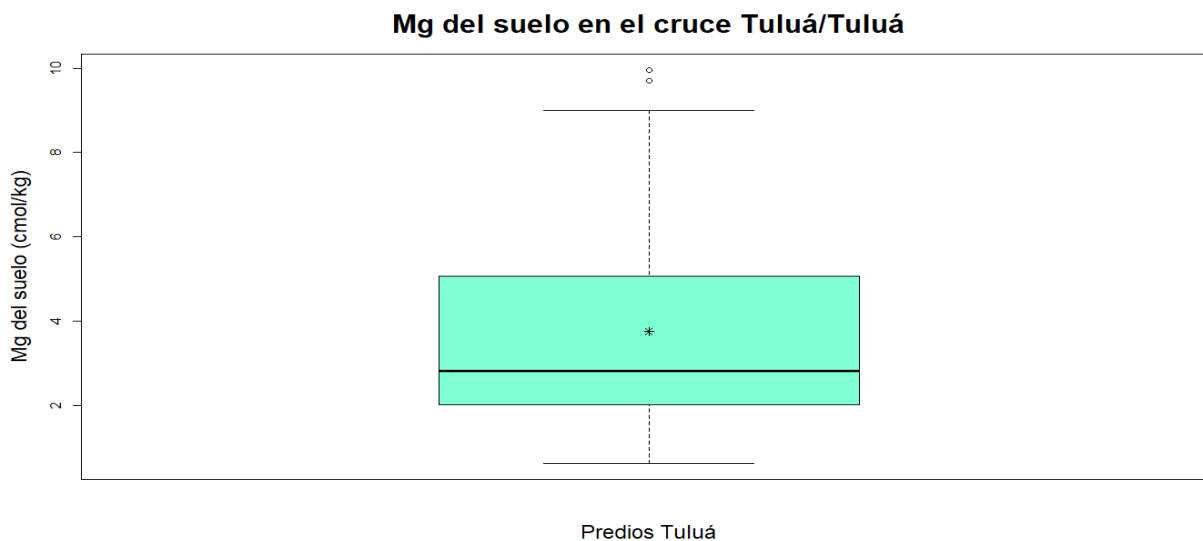
En la **Tabla 123** se muestran los contenidos de Mg obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 65,57% de los predios se presentaron Altos contenidos de Mg (>2,5 cmol/kg), mientras que en el 21,31% de los predios los contenidos fueron Medios (1,5-2,5 cmol/kg), solo en el 13,11% de los predios los contenidos fueron Bajos (<1,5 cmol/kg).

**Tabla 123.** Contenidos de Mg e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Magnesio (cmol/kg)	Interpretación Mg
PTUL01	Monteloro	Cítricos	4.92	Alto
PTUL02	Monteloro	Café	5.06	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	9.96	Alto
PTUL04	Monteloro	Café	1.89	Medio
PTUL05	Monteloro	Café	6.45	Alto
PTUL06	Monteloro	Café	7.68	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	2.80	Alto
PTUL08	Monteloro	Café	3.15	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	5.05	Alto
PTUL10	Monteloro	Mora	2.54	Alto
PTUL11	Monteloro	Mora	2.18	Medio
PTUL12	La Diadema	Lulo	1.63	Medio
PTUL13	La Diadema	Café	3.30	Alto
PTUL14	Monteloro	Café	2.88	Alto
PTUL15	Monteloro	Café	2.80	Alto
PTUL16	Monteloro	Café	2.37	Medio
PTUL17	Monteloro	Café	1.36	Bajo
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	2.81	Alto
PTUL19	La Diadema	Mora	2.72	Alto
PTUL20	La Diadema	Mora	0.87	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	1.53	Medio
PTUL22	La Diadema	Café	3.70	Alto
PTUL23	La Diadema	Café	4.30	Alto
PTUL24	La Diadema	Café	4.34	Alto
PTUL25	La Diadema	Café	1.15	Bajo
PTUL26	La Diadema	Café	8.12	Alto
PTUL27	La Diadema	Café	2.81	Alto
PTUL28	La Diadema	Café	4.84	Alto
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	2.10	Medio
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	2.33	Medio
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	2.51	Alto
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	2.69	Medio
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	1.68	Medio
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	1.45	Bajo
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	1.95	Medio
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	0.62	Bajo
PTUL37	San Lorenzo	Café	2.02	Medio
PTUL38	San Lorenzo	Café	2.72	Alto
PTUL39	San Lorenzo	Café	2.61	Alto
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	0.68	Bajo
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	2.93	Alto
PTUL42	San Lorenzo	Café	1.97	Medio
PTUL43	San Lorenzo	Café	3.11	Alto
PTUL44	San Lorenzo	Café	1.58	Medio

Código	Corregimiento	Cultivo	Magnesio (cmol/kg)	Interpretación Mg
PTUL45	San Lorenzo	Café	2.80	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	3.14	Alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	0.76	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	0.62	Bajo
PTUL49	Nariño	Soya	9.71	Alto
PTUL50	Nariño	Soya	8.05	Alto
PTUL51	Nariño	Soya	5.13	Alto
PTUL52	Nariño	Maíz	6.66	Alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	4.48	Alto
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	5.08	Alto
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	5.43	Alto
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	4.10	Alto
PTUL57	La Palmera	Limón	5.81	Alto
PTUL58	La Palmera	Limón	8.66	Alto
PTUL59	La Palmera	Limón	9.01	Alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	6.65	Alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	6.56	Alto

En la **Figura 71** se muestra de manera generalizada los contenidos de Mg, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 124** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 3,75 cmol/kg, con un mínimo de 0,62 cmol/kg y un máximo de 9,96 cmol/kg.

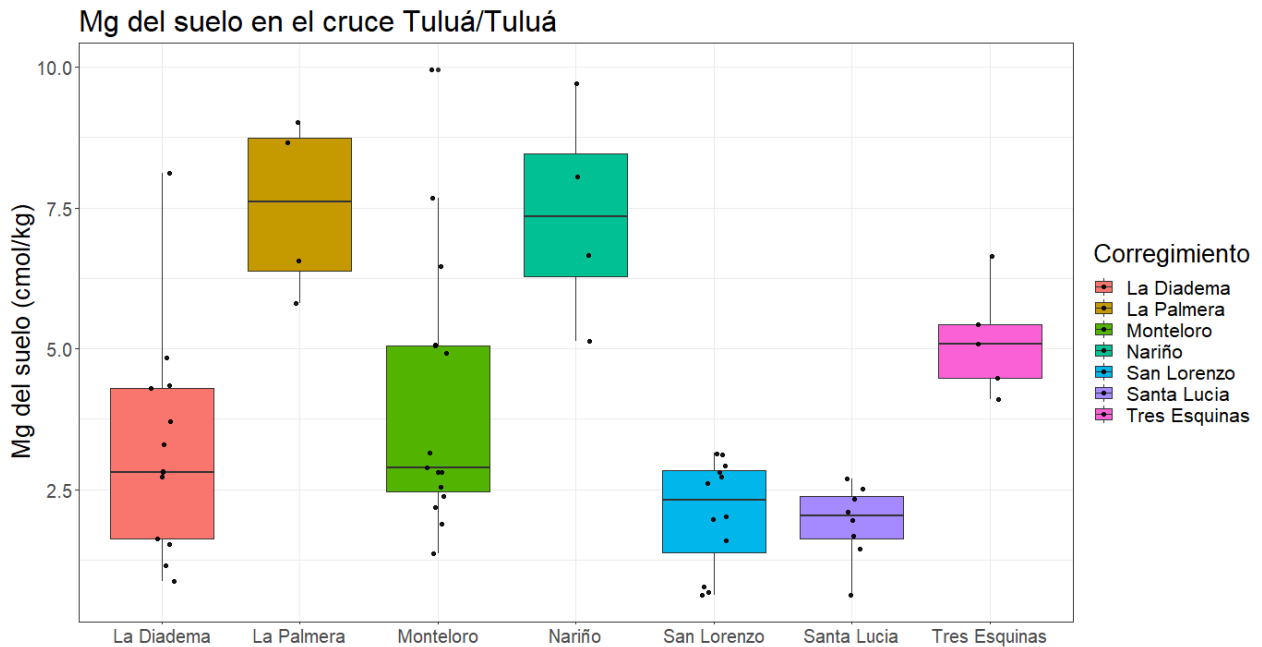


**Figura 71.** Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 124.** Contenidos de Mg en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Mg (cmol/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.62	9.96	3.75	2.81	2.41

En la **Figura 72**, se muestran los contenidos de Mg por corregimiento, destaca que en el corregimiento de La Palmera se presentó el contenido de Mg promedio más alto (7,51 cmol/kg), y en el corregimiento de Santa Lucia el contenido de Mg promedio más bajo (1,92 cmol/kg).



**Figura 72.** Contenidos de Mg en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Potasio (K).**

En la **Tabla 125** se muestran los contenidos de K obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 47,54% de los predios se presentaron Altos contenidos de K (>0,40 cmol/kg), mientras que en el 44,26% de los predios los contenidos fueron Medios (0,20-0,40 cmol/kg), en el 8,20% de los predios los contenidos fueron Bajos (<0,20 cmol/kg).

**Tabla 125.** Contenidos de K e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

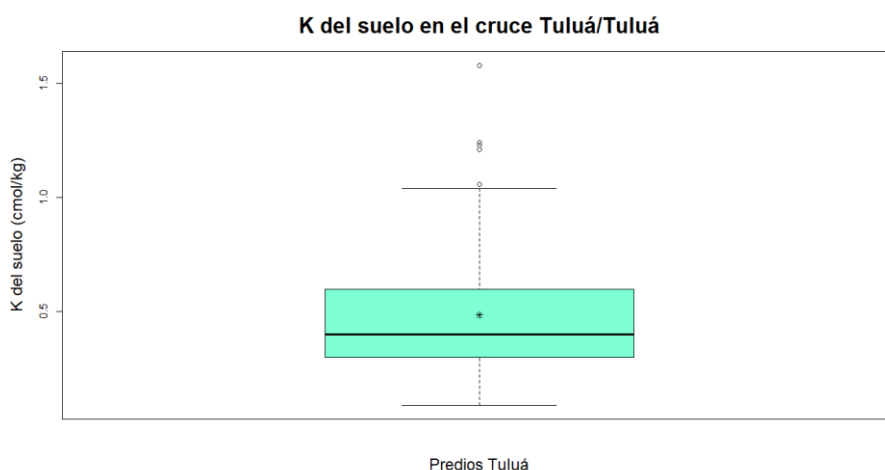
Código	Corregimiento	Cultivo	Potasio (cmol/kg)	Interpretación K
PTUL01	Monteloro	Cítricos	0.30	Medio
PTUL02	Monteloro	Café	0.36	Medio
PTUL03	Monteloro	Café	0.27	Medio
PTUL04	Monteloro	Café	0.14	Bajo
PTUL05	Monteloro	Café	0.35	Medio
PTUL06	Monteloro	Café	1.23	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	0.46	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	Potasio (cmol/kg)	Interpretación K
PTUL08	Monteloro	Café	0.60	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	0.37	Medio
PTUL10	Monteloro	Mora	0.63	Alto
PTUL11	Monteloro	Mora	0.42	Alto
PTUL12	La Diadema	Lulo	0.26	Medio
PTUL13	La Diadema	Café	0.47	Alto
PTUL14	Monteloro	Café	0.60	Alto
PTUL15	Monteloro	Café	0.63	Alto
PTUL16	Monteloro	Café	0.32	Medio
PTUL17	Monteloro	Café	0.20	Medio
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	1.24	Alto
PTUL19	La Diadema	Mora	0.42	Alto
PTUL20	La Diadema	Mora	0.30	Medio
PTUL21	La Diadema	Mora	0.40	Medio
PTUL22	La Diadema	Café	0.67	Alto
PTUL23	La Diadema	Café	0.45	Alto
PTUL24	La Diadema	Café	0.67	Alto
PTUL25	La Diadema	Café	0.15	Bajo
PTUL26	La Diadema	Café	0.34	Medio
PTUL27	La Diadema	Café	0.32	Medio
PTUL28	La Diadema	Café	0.28	Medio
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	1.04	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	1.58	Alto
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	0.34	Medio
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	1.06	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	0.90	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	0.67	Alto
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	1.21	Alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	0.57	Alto
PTUL37	San Lorenzo	Café	0.18	Bajo
PTUL38	San Lorenzo	Café	0.09	Bajo
PTUL39	San Lorenzo	Café	0.66	Alto
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	0.49	Alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	0.44	Alto
PTUL42	San Lorenzo	Café	0.17	Bajo
PTUL43	San Lorenzo	Café	0.50	Alto
PTUL44	San Lorenzo	Café	0.40	Medio
PTUL45	San Lorenzo	Café	0.48	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	0.86	Alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	0.21	Medio
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	0.22	Medio
PTUL49	Nariño	Soya	0.35	Medio
PTUL50	Nariño	Soya	0.28	Medio
PTUL51	Nariño	Soya	0.33	Medio
PTUL52	Nariño	Maíz	0.49	Alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	0.85	Alto



Código	Corregimiento	Cultivo	Potasio (cmol/kg)	Interpretación K
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	0.32	Medio
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	0.34	Medio
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	0.35	Medio
PTUL57	La Palmera	Limón	0.21	Medio
PTUL58	La Palmera	Limón	0.31	Medio
PTUL59	La Palmera	Limón	0.20	Medio
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	0.44	Alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	0.20	Medio

En la **Figura 73** se muestra de manera generalizada los contenidos de K, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 126** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,49 cmol/kg, con un mínimo de 0,09 cmol/kg y un máximo de 1,58 cmol/kg.

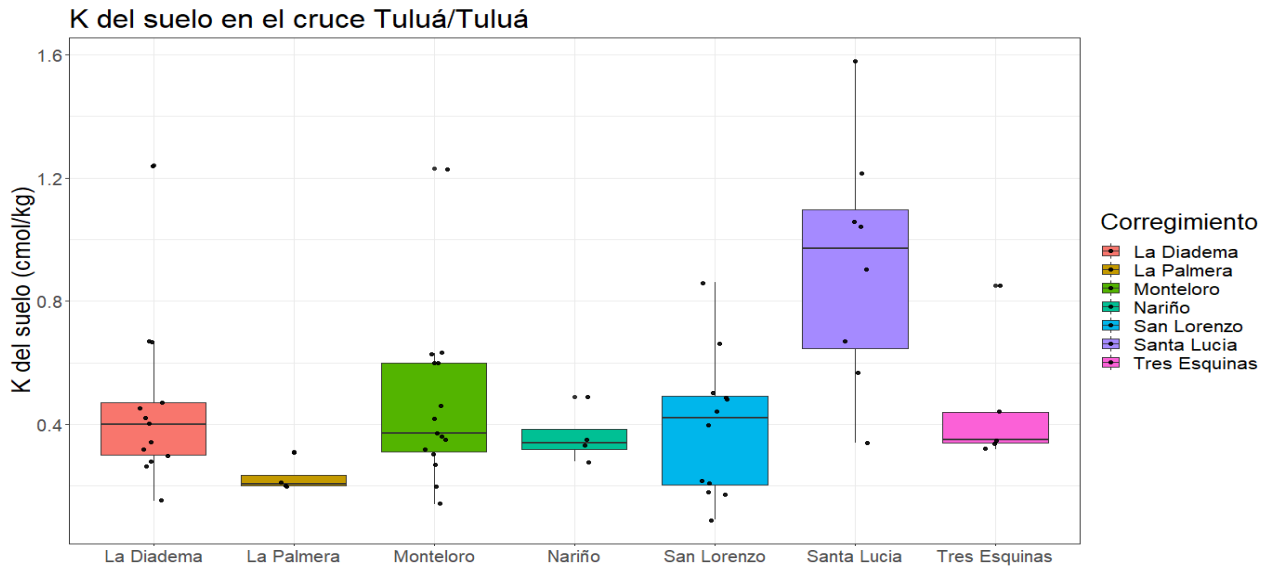


**Figura 73.** Contenidos de K en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 126.** Contenidos de K en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

K (cmol/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.09	1.58	0.49	0.40	0.31

En la **Figura 74**, se muestran los contenidos de K por corregimiento; en el corregimiento de Santa Lucía se presentó el contenido de K promedio más alto (0,92 cmol/kg), y en el corregimiento La Palmera el contenido de K promedio más bajo (0,23 cmol/kg).



**Figura 74.** Contenidos de K en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE).**

En la **Tabla 127** se muestran la CICE obtenida en los predios evaluados y su interpretación; en el 57,38% de los predios se presentaron valores Medios (10-20 cmol/kg), en el 31,15% de los predios los contenidos fueron Bajos (<10 cmol/kg) y en el 11,48% de los predios se obtuvieron valores Altos (>20 cmol/kg).

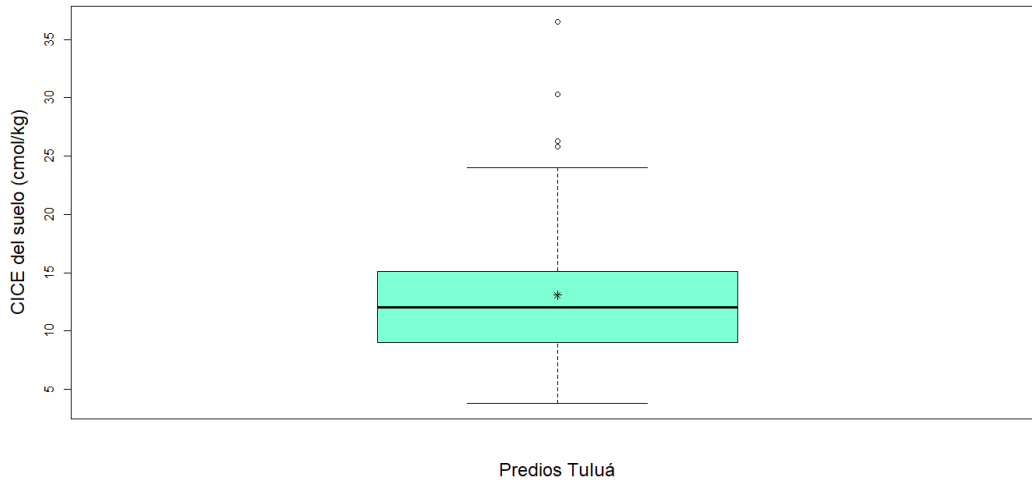
**Tabla 127.** CICE e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	CICE (cmol/kg)	Interpretación CICE
PTUL01	Monteloro	Cítricos	16.68	Medio
PTUL02	Monteloro	Café	25.79	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	36.53	Alto
PTUL04	Monteloro	Café	8.33	Bajo
PTUL05	Monteloro	Café	30.32	Alto
PTUL06	Monteloro	Café	26.28	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	12.61	Medio
PTUL08	Monteloro	Café	14.00	Medio
PTUL09	Monteloro	Plátano	13.06	Medio
PTUL10	Monteloro	Mora	13.46	Medio
PTUL11	Monteloro	Mora	10.38	Medio
PTUL12	La Diadema	Lulo	7.81	Bajo
PTUL13	La Diadema	Café	14.60	Medio
PTUL14	Monteloro	Café	11.37	Medio
PTUL15	Monteloro	Café	14.05	Medio
PTUL16	Monteloro	Café	8.80	Bajo
PTUL17	Monteloro	Café	5.91	Bajo
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	14.21	Medio
PTUL19	La Diadema	Mora	12.02	Medio
PTUL20	La Diadema	Mora	4.16	Bajo

Código	Corregimiento	Cultivo	CICE (cmol/kg)	Interpretación CICE
PTUL21	La Diadema	Mora	7.19	Bajo
PTUL22	La Diadema	Café	15.13	Medio
PTUL23	La Diadema	Café	12.53	Medio
PTUL24	La Diadema	Café	11.31	Medio
PTUL25	La Diadema	Café	11.11	Medio
PTUL26	La Diadema	Café	18.75	Medio
PTUL27	La Diadema	Café	9.01	Bajo
PTUL28	La Diadema	Café	11.18	Medio
PTUL29	Santa Lucía	Papa criolla	9.53	Bajo
PTUL30	Santa Lucía	Papa criolla	11.31	Medio
PTUL31	Santa Lucía	Papa criolla	7.66	Bajo
PTUL32	Santa Lucía	Papa criolla	10.92	Medio
PTUL33	Santa Lucía	Papa criolla	10.45	Medio
PTUL34	Santa Lucía	Papa criolla	6.50	Bajo
PTUL35	Santa Lucía	Papa criolla	10.27	Medio
PTUL36	Santa Lucía	Fresa	6.26	Bajo
PTUL37	San Lorenzo	Café	8.56	Bajo
PTUL38	San Lorenzo	Café	10.07	Medio
PTUL39	San Lorenzo	Café	9.45	Bajo
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	4.90	Bajo
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	14.89	Medio
PTUL42	San Lorenzo	Café	8.84	Bajo
PTUL43	San Lorenzo	Café	10.24	Medio
PTUL44	San Lorenzo	Café	6.99	Bajo
PTUL45	San Lorenzo	Café	12.11	Medio
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	16.54	Medio
PTUL47	San Lorenzo	Café	3.81	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	4.80	Bajo
PTUL49	Nariño	Soya	22.59	Alto
PTUL50	Nariño	Soya	19.76	Medio
PTUL51	Nariño	Soya	13.69	Medio
PTUL52	Nariño	Maíz	16.23	Medio
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	12.83	Medio
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	12.65	Medio
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	13.48	Medio
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	9.78	Bajo
PTUL57	La Palmera	Limón	15.86	Medio
PTUL58	La Palmera	Limón	21.78	Alto
PTUL59	La Palmera	Limón	23.98	Alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	17.24	Medio
PTUL61	La Palmera	Maíz	17.04	Medio

En la **Figura 75** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los valores de CICE, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 128** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 13,08 cmol/kg, con un mínimo de 3,81 cmol/kg y un máximo de 36,53 cmol/kg.

**CICE del suelo en el cruce Tuluá/Tuluá**

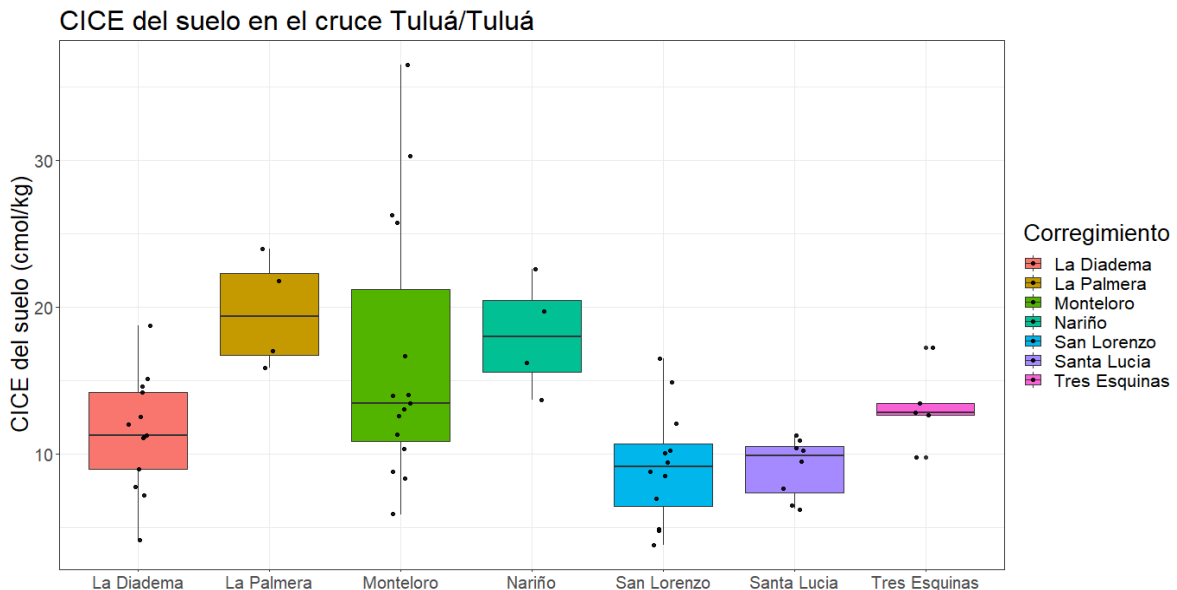


**Figura 75.** CICE en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 128.** CICE en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

CICE (cmol/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
3.81	36.53	13.08	12.02	6.33

En la **Figura 76**, se muestran los valores de CICE por corregimiento; en el corregimiento de La Palmera, ubicado en la zona plana del municipio de Tuluá, se presentó la CICE promedio más alta (19,67 cmol/kg), y en el corregimiento de Santa Lucía se obtuvo la CICE promedio más baja (9,11 cmol/kg).



**Figura 76.** CICE en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

#### 7.4.4. Elementos Menores y Fósforo (P)

- **Boro (B).**

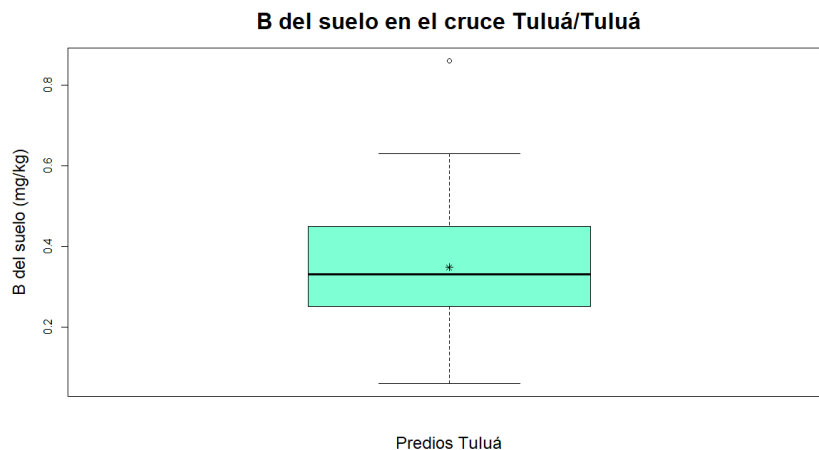
En la **Tabla 129** se muestran los resultados de los contenidos de B en los predios evaluados y su interpretación; en el 62,30% de los predios se presentaron contenidos Medios de B (0,20-0,40 mg/kg), en el 24,59% de los predios se presentaron Altos contenidos de B (>0,40 mg/kg), mientras que en el 13,11% de los predios los contenidos de B fueron Bajos (<0,20 mg/kg).

**Tabla 129.** Contenidos de B e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Boro (mg/kg)	Interpretación B
PTUL01	Monteloro	Cítricos	0.28	Medio
PTUL02	Monteloro	Café	0.49	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	0.26	Medio
PTUL04	Monteloro	Café	0.12	Bajo
PTUL05	Monteloro	Café	0.34	Medio
PTUL06	Monteloro	Café	0.40	Medio
PTUL07	Monteloro	Café	0.34	Medio
PTUL08	Monteloro	Café	0.31	Medio
PTUL09	Monteloro	Plátano	0.40	Medio
PTUL10	Monteloro	Mora	0.15	Bajo
PTUL11	Monteloro	Mora	0.29	Medio
PTUL12	La Diadema	Lulo	0.23	Medio
PTUL13	La Diadema	Café	0.21	Medio
PTUL14	Monteloro	Café	0.25	Medio
PTUL15	Monteloro	Café	0.33	Medio
PTUL16	Monteloro	Café	0.21	Medio
PTUL17	Monteloro	Café	0.40	Medio
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	0.38	Medio
PTUL19	La Diadema	Mora	0.33	Medio
PTUL20	La Diadema	Mora	0.06	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	0.15	Bajo
PTUL22	La Diadema	Café	0.27	Medio
PTUL23	La Diadema	Café	0.35	Medio
PTUL24	La Diadema	Café	0.25	Medio
PTUL25	La Diadema	Café	0.17	Bajo
PTUL26	La Diadema	Café	0.34	Medio
PTUL27	La Diadema	Café	0.25	Medio
PTUL28	La Diadema	Café	0.29	Medio
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	0.23	Medio
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	0.30	Medio
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	0.17	Bajo
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	0.20	Medio
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	0.31	Medio
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	0.24	Medio
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	0.31	Medio

Código	Corregimiento	Cultivo	Boro (mg/kg)	Interpretación B
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	0.29	Medio
PTUL37	San Lorenzo	Café	0.36	Medio
PTUL38	San Lorenzo	Café	0.29	Medio
PTUL39	San Lorenzo	Café	0.45	Bajo
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	0.57	Alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	0.47	Alto
PTUL42	San Lorenzo	Café	0.33	Medio
PTUL43	San Lorenzo	Café	0.35	Medio
PTUL44	San Lorenzo	Café	0.45	Alto
PTUL45	San Lorenzo	Café	0.32	Medio
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	0.60	Alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	0.19	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	0.46	Alto
PTUL49	Nariño	Soya	0.48	Alto
PTUL50	Nariño	Soya	0.50	Alto
PTUL51	Nariño	Soya	0.46	Alto
PTUL52	Nariño	Maíz	0.57	Alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	0.51	Alto
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	0.35	Medio
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	0.37	Medio
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	0.31	Medio
PTUL57	La Palmera	Limón	0.33	Medio
PTUL58	La Palmera	Limón	0.63	Alto
PTUL59	La Palmera	Limón	0.59	Alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	0.86	Alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	0.50	Alto

En la **Figura 77** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los contenidos de B, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 130** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,35 mg/kg, con un mínimo de 0,06 mg/kg y un máximo de 0,86 mg/kg.

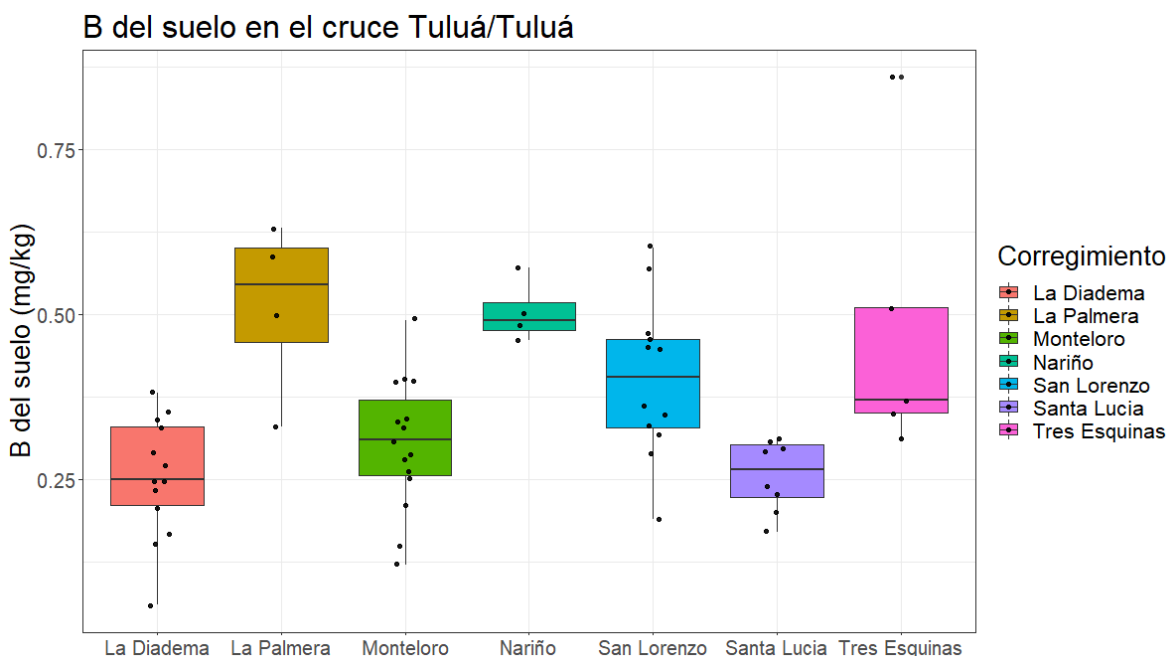


**Figura 77.** Contenidos de B en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 130.** Contenidos de B en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

B (mg/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.06	0.86	0.35	0.33	0.14

En la **Figura 78**, se muestran los contenidos de B por corregimiento; en el corregimiento de La Palmera, ubicado en la zona plana del municipio de Tuluá, se presentó el contenido de B promedio más alto (0,51 mg/kg), y en el corregimiento de La Diadema se obtuvo el contenido de B promedio más bajo (0,25 mg/kg).



**Figura 78.** Contenidos de B en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Hierro (Fe).**

En la **Tabla 131** se muestran los resultados de los contenidos de Fe en los predios evaluados y su interpretación; en el 86,89% de los predios se presentaron Altos contenidos de Fe (>50,00 mg/kg), mientras que en el 9,84% de los predios los contenidos fueron Medios (25,00-50,00 mg/kg), solo en el 3,28% de los predios se obtuvieron contenidos Bajos (<25,00 mg/kg).

**Tabla 131.** Contenidos de Fe e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Hierro (mg/kg)	Interpretación Fe
PTUL01	Monteloro	Cítricos	148.99	Alto
PTUL02	Monteloro	Café	41.49	Medio
PTUL03	Monteloro	Café	29.66	Medio
PTUL04	Monteloro	Café	137.86	Alto
PTUL05	Monteloro	Café	61.89	Alto
PTUL06	Monteloro	Café	70.30	Alto

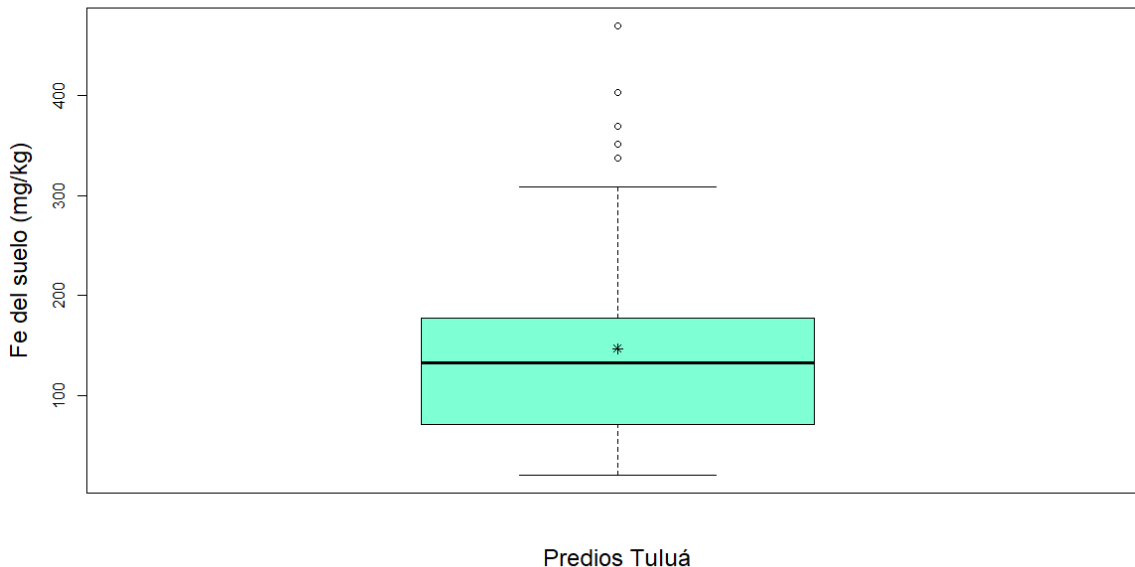
Código	Corregimiento	Cultivo	Hierro (mg/kg)	Interpretación Fe
PTUL07	Monteloro	Café	208.86	Alto
PTUL08	Monteloro	Café	172.71	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	263.90	Alto
PTUL10	Monteloro	Mora	73.16	Alto
PTUL11	Monteloro	Mora	235.65	Alto
PTUL12	La Diadema	Lulo	115.02	Alto
PTUL13	La Diadema	Café	84.12	Alto
PTUL14	Monteloro	Café	165.63	Alto
PTUL15	Monteloro	Café	95.60	Alto
PTUL16	Monteloro	Café	308.88	Alto
PTUL17	Monteloro	Café	246.94	Alto
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	137.77	Alto
PTUL19	La Diadema	Mora	138.31	Alto
PTUL20	La Diadema	Mora	73.54	Alto
PTUL21	La Diadema	Mora	95.97	Alto
PTUL22	La Diadema	Café	132.17	Alto
PTUL23	La Diadema	Café	98.47	Alto
PTUL24	La Diadema	Café	151.51	Alto
PTUL25	La Diadema	Café	98.33	Alto
PTUL26	La Diadema	Café	73.85	Alto
PTUL27	La Diadema	Café	177.09	Alto
PTUL28	La Diadema	Café	130.02	Alto
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	402.62	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	139.94	Alto
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	299.00	Alto
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	337.49	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	167.75	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	469.12	Alto
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	351.36	Alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	300.85	Alto
PTUL37	San Lorenzo	Café	191.22	Alto
PTUL38	San Lorenzo	Café	31.45	Medio
PTUL39	San Lorenzo	Café	173.36	Alto
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	368.76	Alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	142.33	Alto
PTUL42	San Lorenzo	Café	66.18	Alto
PTUL43	San Lorenzo	Café	179.21	Alto
PTUL44	San Lorenzo	Café	143.48	Alto
PTUL45	San Lorenzo	Café	142.72	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	105.97	Alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	285.84	Alto
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	160.31	Alto
PTUL49	Nariño	Soya	38.34	Medio
PTUL50	Nariño	Soya	40.77	Medio
PTUL51	Nariño	Soya	64.70	Alto
PTUL52	Nariño	Maíz	84.90	Alto



Código	Corregimiento	Cultivo	Hierro (mg/kg)	Interpretación Fe
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	65.34	Alto
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	57.97	Alto
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	66.04	Alto
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	71.28	Alto
PTUL57	La Palmera	Limón	40.04	Medio
PTUL58	La Palmera	Limón	20.83	Bajo
PTUL59	La Palmera	Limón	22.14	Bajo
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	88.45	Alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	74.61	Alto

En la **Figura 79** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los contenidos de Fe, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 132** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 146,92 mg/kg, con un mínimo de 20,83 mg/kg y un máximo de 469,12 mg/kg.

### Fe del suelo en el cruce Tuluá/Tuluá

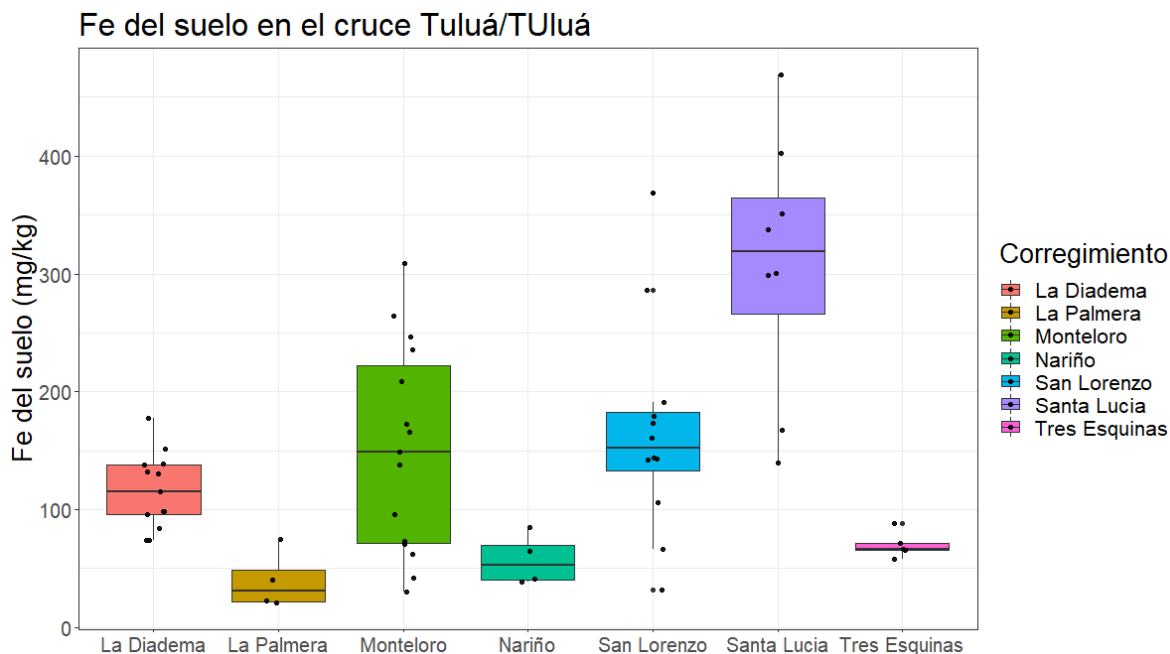


**Figura 79.** Contenidos de Fe en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 132.** Contenidos de Fe en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Fe (mg/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
20.83	469.12	146.92	132.17	59.63

En la **Figura 80**, se muestran los contenidos de Fe por corregimiento; en el corregimiento de Santa Lucía se obtuvo el contenido promedio de Fe más alto (308,52 mg/kg), mientras que, en el corregimiento de La Palmera, ubicado en la zona plana del municipio de Tuluá, se presentó el contenido de Fe promedio más bajo (39,41 mg/kg).



**Figura 80.** Contenidos de Fe en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Cobre (Cu).**

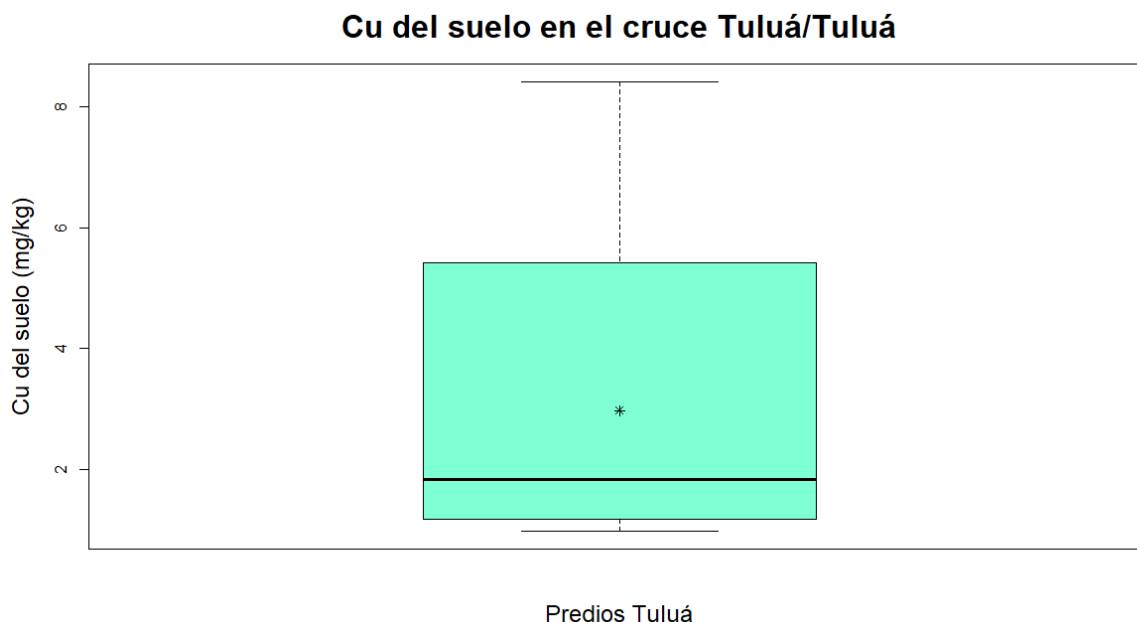
En la **Tabla 133** se muestran los resultados de los contenidos de Cu en los predios evaluados y su interpretación; en el 47,54% de los predios se presentaron contenidos de Cu fueron Medios (1,00-3,00 mg/kg), en el 32,79% de los predios se presentaron Altos contenidos de Cu (>3,00 mg/kg), mientras que en el restante 19,67% de los predios los contenidos fueron Bajos (<1,00 mg/kg).

**Tabla 133.** Contenidos de Cu e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Cobre (mg/kg)	Interpretación Cu
PTUL01	Monteloro	Cítricos	1.89	Medio
PTUL02	Monteloro	Café	<1.00	Bajo
PTUL03	Monteloro	Café	1.35	Medio
PTUL04	Monteloro	Café	<1.00	Bajo
PTUL05	Monteloro	Café	<1.00	Bajo
PTUL06	Monteloro	Café	2.29	Medio
PTUL07	Monteloro	Café	1.44	Medio
PTUL08	Monteloro	Café	1.42	Medio
PTUL09	Monteloro	Plátano	1.71	Medio
PTUL10	Monteloro	Mora	1.39	Medio
PTUL11	Monteloro	Mora	5.60	Alto
PTUL12	La Diadema	Lulo	<1.00	Bajo
PTUL13	La Diadema	Café	1.37	Medio
PTUL14	Monteloro	Café	2.07	Medio
PTUL15	Monteloro	Café	1.41	Medio

Código	Corregimiento	Cultivo	Cobre (mg/kg)	Interpretación Cu
PTUL16	Monteloro	Café	<1.00	Bajo
PTUL17	Monteloro	Café	<1.00	Bajo
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	1.14	Medio
PTUL19	La Diadema	Mora	1.58	Medio
PTUL20	La Diadema	Mora	<1.00	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	<1.00	Bajo
PTUL22	La Diadema	Café	1.58	Medio
PTUL23	La Diadema	Café	<1.00	Bajo
PTUL24	La Diadema	Café	1.48	Medio
PTUL25	La Diadema	Café	1.50	Medio
PTUL26	La Diadema	Café	1.38	Medio
PTUL27	La Diadema	Café	<1.00	Bajo
PTUL28	La Diadema	Café	2.43	Medio
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	5.61	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	2.37	Medio
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	1.09	Medio
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	1.18	Medio
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	5.43	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	3.27	Alto
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	1.92	Medio
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	1.84	Medio
PTUL37	San Lorenzo	Café	1.08	Medio
PTUL38	San Lorenzo	Café	4.10	Alto
PTUL39	San Lorenzo	Café	1.25	Medio
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	2.39	Medio
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	6.82	Alto
PTUL42	San Lorenzo	Café	2.70	Medio
PTUL43	San Lorenzo	Café	2.54	Medio
PTUL44	San Lorenzo	Café	<1.00	Bajo
PTUL45	San Lorenzo	Café	4.13	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	1.80	Medio
PTUL47	San Lorenzo	Café	<1.00	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	2.03	Medio
PTUL49	Nariño	Soya	7.22	Alto
PTUL50	Nariño	Soya	7.89	Alto
PTUL51	Nariño	Soya	5.49	Alto
PTUL52	Nariño	Maíz	6.86	Alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	6.18	Alto
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	6.10	Alto
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	7.21	Alto
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	8.41	Alto
PTUL57	La Palmera	Limón	3.83	Alto
PTUL58	La Palmera	Limón	5.53	Alto
PTUL59	La Palmera	Limón	6.07	Alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	7.38	Alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	6.97	Alto

En la **Figura 81** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los contenidos de Cu, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 134** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 2,98 mg/kg, con un mínimo de 0,99 mg/kg y un máximo de 8,41 mg/kg.

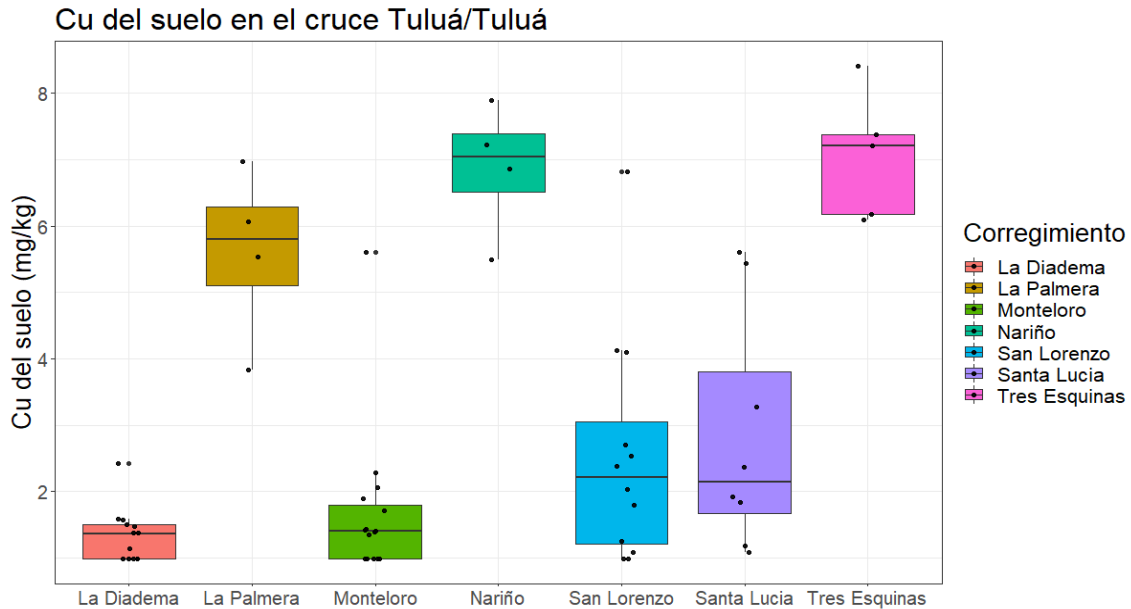


**Figura 81.** Contenidos de Cu en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 134.** Contenidos de Cu en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

<b>Cu (mg/kg) del suelo cruce Yumbo/Yumbo</b>				
<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación Estándar</b>
0.99	8.41	2.98	1.84	2.31

En la **Figura 82**, se muestran los contenidos de Cu por corregimiento; en el corregimiento en el corregimiento de Tres Esquinas, ubicado en la zona plana del municipio de Tuluá, se presentó el contenido de Cu más alto (7,06 mg/kg), mientras que en el corregimiento de La Diadema se presentó el contenido de Cu promedio más bajo (1,56 mg/kg).



**Figura 82.** Contenidos de Cu en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Manganeso (Mn).**

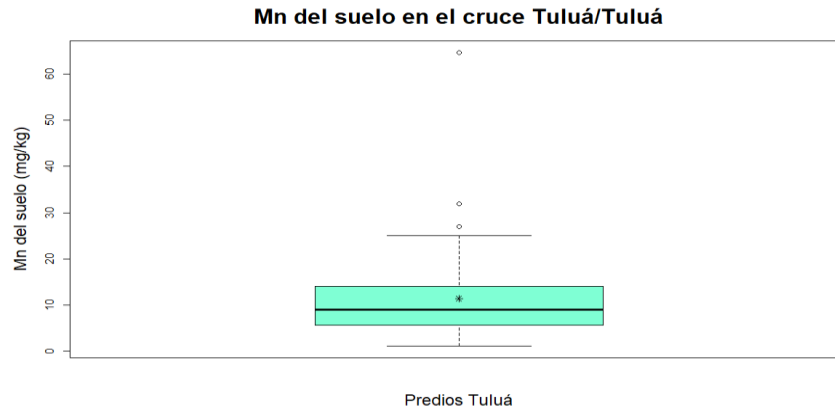
En la **Tabla 135** se muestran los resultados de los contenidos de Mn en los predios evaluados y su interpretación; en el 44,26% de los predios se presentaron contenidos Altos de Mn (>10,00 mg/kg), en el 32,79% de los predios los contenidos de Mn fueron Medios (5,00-10,00 mg/kg), mientras que en el restante 22,95% de los predios los contenidos fueron Bajos (<5,00 mg/kg).

**Tabla 135.** Contenidos de Mn e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Manganeso (mg/kg)	Interpretación Mn
PTUL01	Monteloro	Cítricos	8.97	Medio
PTUL02	Monteloro	Café	5.54	Medio
PTUL03	Monteloro	Café	7.79	Medio
PTUL04	Monteloro	Café	13.71	Alto
PTUL05	Monteloro	Café	20.43	Alto
PTUL06	Monteloro	Café	8.43	Medio
PTUL07	Monteloro	Café	18.50	Alto
PTUL08	Monteloro	Café	14.19	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	13.39	Alto
PTUL10	Monteloro	Mora	6.13	Medio
PTUL11	Monteloro	Mora	9.33	Medio
PTUL12	La Diadema	Lulo	15.27	Alto
PTUL13	La Diadema	Café	11.46	Alto
PTUL14	Monteloro	Café	11.62	Alto
PTUL15	Monteloro	Café	8.96	Medio
PTUL16	Monteloro	Café	10.52	Alto
PTUL17	Monteloro	Café	12.67	Alto

<b>Código</b>	<b>Corregimiento</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Manganeso (mg/kg)</b>	<b>Interpretación Mn</b>
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	6.90	Medio
PTUL19	La Diadema	Mora	7.91	Medio
PTUL20	La Diadema	Mora	4.95	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	10.47	Alto
PTUL22	La Diadema	Café	8.32	Medio
PTUL23	La Diadema	Café	7.66	Medio
PTUL24	La Diadema	Café	10.56	Alto
PTUL25	La Diadema	Café	25.00	Alto
PTUL26	La Diadema	Café	9.85	Medio
PTUL27	La Diadema	Café	13.90	Alto
PTUL28	La Diadema	Café	13.86	Alto
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	64.64	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	13.84	Alto
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	14.07	Alto
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	23.57	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	26.98	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	31.87	Alto
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	22.04	Alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	16.81	Alto
PTUL37	San Lorenzo	Café	14.60	Alto
PTUL38	San Lorenzo	Café	2.58	Bajo
PTUL39	San Lorenzo	Café	6.52	Medio
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	23.27	Alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	5.84	Medio
PTUL42	San Lorenzo	Café	8.09	Medio
PTUL43	San Lorenzo	Café	15.65	Alto
PTUL44	San Lorenzo	Café	9.86	Medio
PTUL45	San Lorenzo	Café	16.12	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	6.51	Medio
PTUL47	San Lorenzo	Café	8.50	Medio
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	3.39	Bajo
PTUL49	Nariño	Soya	3.22	Bajo
PTUL50	Nariño	Soya	2.44	Bajo
PTUL51	Nariño	Soya	3.48	Bajo
PTUL52	Nariño	Maíz	3.81	Bajo
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	1.94	Bajo
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	3.62	Bajo
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	3.03	Bajo
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	4.48	Bajo
PTUL57	La Palmera	Limón	1.16	Bajo
PTUL58	La Palmera	Limón	1.73	Bajo
PTUL59	La Palmera	Limón	1.55	Bajo
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	5.36	Medio
PTUL61	La Palmera	Maíz	6.02	Medio

En la **Figura 83** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los contenidos de Mn, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 136** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 11,36 mg/kg, con un mínimo de 1,16 mg/kg y un máximo de 64,64 mg/kg.

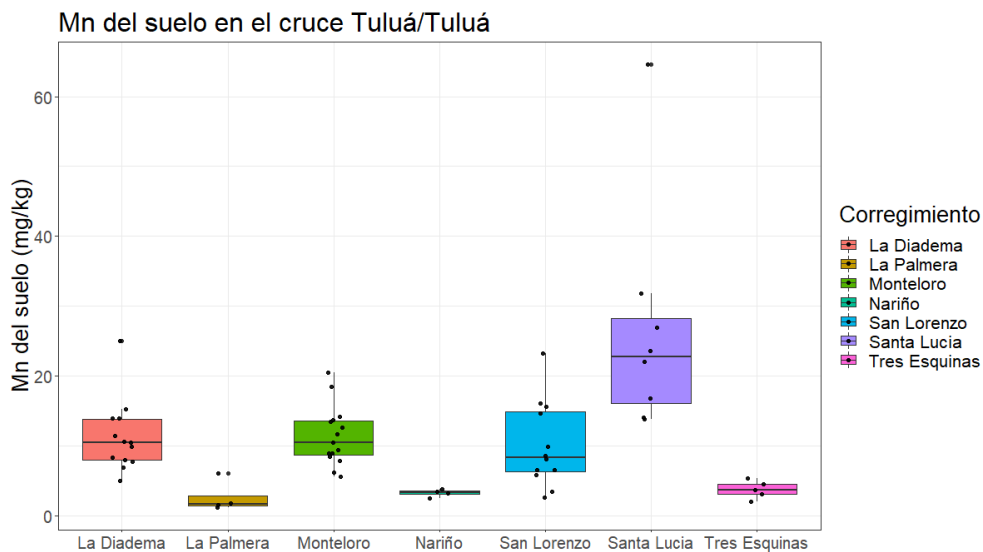


**Figura 83.** Contenidos de Mn en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 136.** Contenidos de Mn en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Mn (mg/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.16	64.64	11.36	8.97	9.74

En la **Figura 84**, se muestran los contenidos de Mn por corregimiento; en el corregimiento de Santa Lucía se presentó el contenido de Mn promedio más alto (26,73 mg/kg), mientras que, en el corregimiento de La Palmera, se obtuvo el contenido de Mn promedio más bajo (2,62 mg/kg).



**Figura 84.** Contenidos de Mn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Zinc (Zn).**

En la **Tabla 137** se muestran los resultados de los contenidos de Zn en los predios evaluados y su interpretación; en el 47,54% de los predios se presentaron contenidos Altos de Zn (>3,00 mg/kg), en los predios que se presentaron contenidos Bajos y Medios de Zn representaron el 26,23%, cada uno (<1,50 y entre 1,50-3,00 mg/kg, respectivamente).

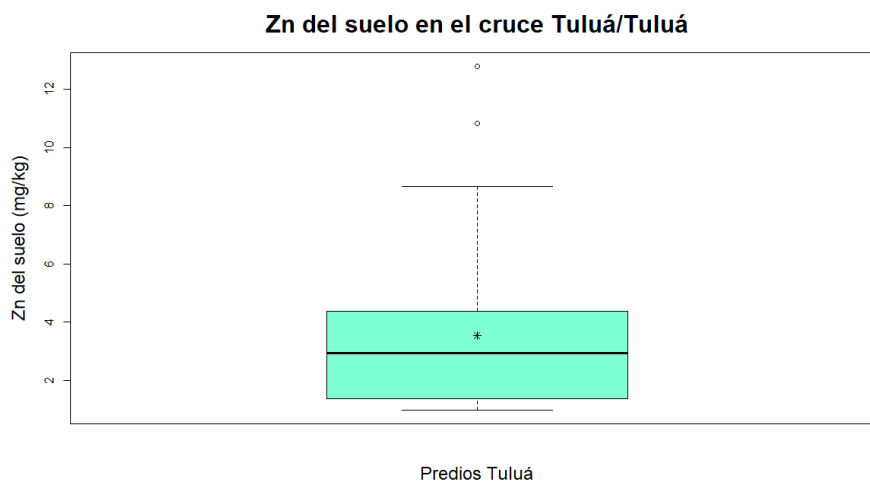
**Tabla 137.** Contenidos de Zn e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Zinc (mg/kg)	Interpretación Zn
PTUL01	Monteloro	Cítricos	3.34	Alto
PTUL02	Monteloro	Café	4.34	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	1.83	Medio
PTUL04	Monteloro	Café	2.44	Medio
PTUL05	Monteloro	Café	1.07	Bajo
PTUL06	Monteloro	Café	6.10	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	6.73	Alto
PTUL08	Monteloro	Café	6.57	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	3.76	Alto
PTUL10	Monteloro	Mora	<1.00	Bajo
PTUL11	Monteloro	Mora	1.68	Medio
PTUL12	La Diadema	Lulo	3.33	Alto
PTUL13	La Diadema	Café	2.45	Medio
PTUL14	Monteloro	Café	3.94	Alto
PTUL15	Monteloro	Café	4.26	Alto
PTUL16	Monteloro	Café	3.59	Alto
PTUL17	Monteloro	Café	2.93	Medio
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	3.57	Alto
PTUL19	La Diadema	Mora	1.72	Medio
PTUL20	La Diadema	Mora	2.78	Medio
PTUL21	La Diadema	Mora	3.94	Alto
PTUL22	La Diadema	Café	2.55	Medio
PTUL23	La Diadema	Café	1.94	Medio
PTUL24	La Diadema	Café	4.09	Alto
PTUL25	La Diadema	Café	4.93	Alto
PTUL26	La Diadema	Café	1.36	Bajo
PTUL27	La Diadema	Café	6.39	Alto
PTUL28	La Diadema	Café	5.38	Alto
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	10.82	Alto
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	4.04	Alto
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	2.29	Medio
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	8.59	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	8.07	Alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	2.35	Medio
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	12.78	Alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	8.65	Alto
PTUL37	San Lorenzo	Café	<1.00	Bajo
PTUL38	San Lorenzo	Café	<1.00	Bajo



Código	Corregimiento	Cultivo	Zinc (mg/kg)	Interpretación Zn
PTUL39	San Lorenzo	Café	1.09	Bajo
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	7.35	Alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	2.06	Medio
PTUL42	San Lorenzo	Café	<1.00	Bajo
PTUL43	San Lorenzo	Café	4.77	Alto
PTUL44	San Lorenzo	Café	2.73	Medio
PTUL45	San Lorenzo	Café	7.60	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	4.38	Alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	2.94	Medio
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	5.75	Alto
PTUL49	Nariño	Soya	<1.00	Bajo
PTUL50	Nariño	Soya	<1.00	Bajo
PTUL51	Nariño	Soya	3.10	Alto
PTUL52	Nariño	Maíz	3.09	Alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	2.00	Medio
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	<1.00	Bajo
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	1.52	Medio
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	<1.00	Bajo
PTUL57	La Palmera	Limón	<1.00	Bajo
PTUL58	La Palmera	Limón	<1.00	Bajo
PTUL59	La Palmera	Limón	<1.00	Bajo
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	<1.00	Bajo
PTUL61	La Palmera	Maíz	<1.00	Bajo

En la **Figura 85** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los contenidos de Zn, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 138** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 3,54 mg/kg, con un mínimo de 0,99 mg/kg y un máximo de 12,78 mg/kg.

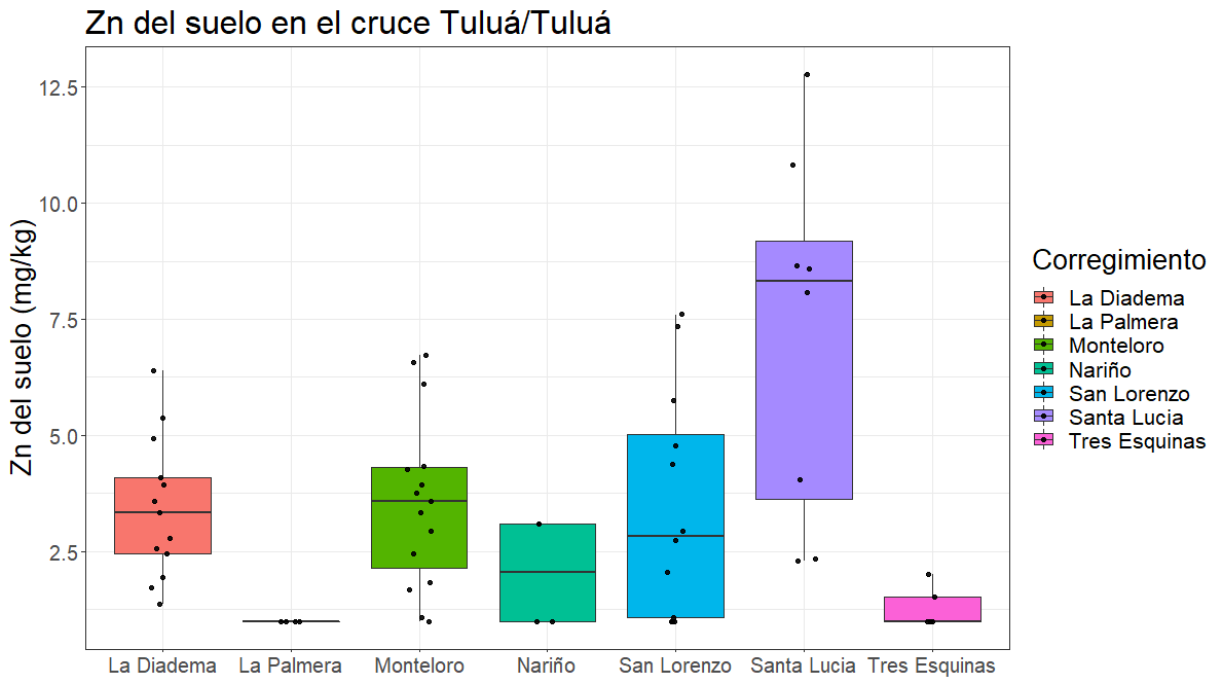


**Figura 85.** Contenidos de Zn en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 138.** Contenidos de Zn en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Zn (mg/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1,00	12.78	3.54	2.93	2.65

En la **Figura 86**, se muestran los contenidos de Zn por corregimiento; en el corregimiento de Santa Lucía se presentó el contenido promedio de Zn más alto (7,20 mg/kg), mientras que en el corregimiento de La Palmera se obtuvo el contenido de Zn promedio más bajo (1,00 mg/kg).



**Figura 86.** Contenidos de Zn en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Fósforo (P).**

En la **Tabla 139** se muestran los resultados de los contenidos de P en los predios evaluados y su interpretación; en el 44,26% de los predios se presentaron contenidos Bajos de P (<8,00 mg/kg), en el 34,43% de los predios los contenidos de P fueron Muy Altos (>21,00 mg/kg), en el 13,11% de los predios los contenidos de P fueron Normales (8,00-13,00 mg/kg), mientras que en el restante 8,20% de los predios los contenidos fueron Altos (13,00-21,00 mg/kg).

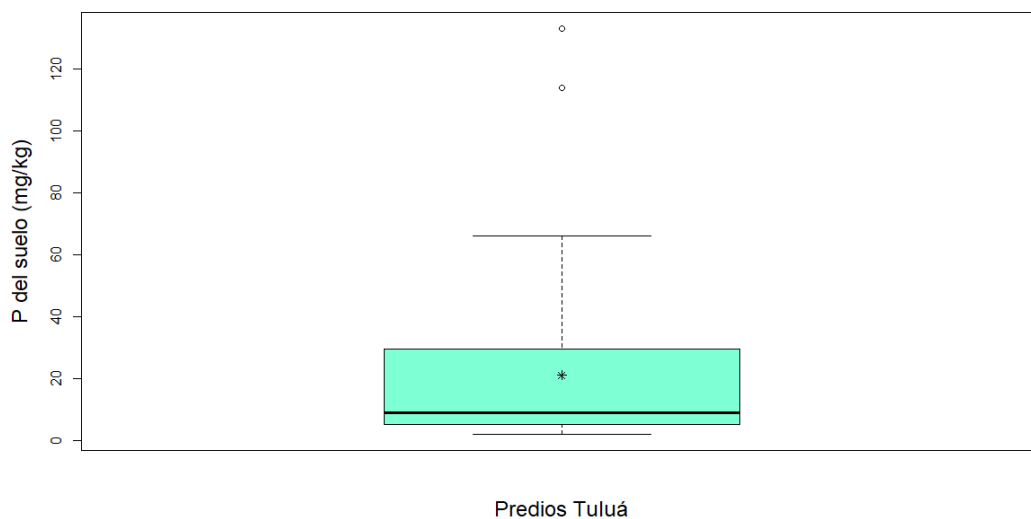
**Tabla 139.** Contenidos de P e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

<b>Código</b>	<b>Corregimiento</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Fósforo (mg/kg)</b>	<b>Interpretación P</b>
PTUL01	Monteloro	Cítricos	6.48	Bajo
PTUL02	Monteloro	Café	18.68	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	3.36	Bajo
PTUL04	Monteloro	Café	2.59	Bajo
PTUL05	Monteloro	Café	11.30	Normal
PTUL06	Monteloro	Café	17.50	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	37.76	Muy alto
PTUL08	Monteloro	Café	16.18	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	8.41	Normal
PTUL10	Monteloro	Mora	2.18	Bajo
PTUL11	Monteloro	Mora	7.13	Bajo
PTUL12	La Diadema	Lulo	8.71	Normal
PTUL13	La Diadema	Café	5.64	Bajo
PTUL14	Monteloro	Café	2.92	Bajo
PTUL15	Monteloro	Café	7.27	Bajo
PTUL16	Monteloro	Café	3.56	Bajo
PTUL17	Monteloro	Café	2.89	Bajo
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	28.06	Muy alto
PTUL19	La Diadema	Mora	5.62	Bajo
PTUL20	La Diadema	Mora	5.15	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	4.90	Bajo
PTUL22	La Diadema	Café	5.69	Bajo
PTUL23	La Diadema	Café	8.06	Normal
PTUL24	La Diadema	Café	6.44	Bajo
PTUL25	La Diadema	Café	2.95	Bajo
PTUL26	La Diadema	Café	3.97	Bajo
PTUL27	La Diadema	Café	6.05	Bajo
PTUL28	La Diadema	Café	3.11	Bajo
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	6.41	Bajo
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	44.50	Muy alto
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	9.01	Normal
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	10.09	Normal
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	113.95	Muy alto
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	12.06	Normal
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	51.34	Muy alto
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	41.16	Muy alto
PTUL37	San Lorenzo	Café	5.06	Bajo
PTUL38	San Lorenzo	Café	4.95	Bajo
PTUL39	San Lorenzo	Café	29.59	Muy alto
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	42.32	Muy alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	10.74	Normal
PTUL42	San Lorenzo	Café	4.32	Bajo
PTUL43	San Lorenzo	Café	3.22	Bajo
PTUL44	San Lorenzo	Café	6.85	Bajo
PTUL45	San Lorenzo	Café	6.00	Bajo

Código	Corregimiento	Cultivo	Fósforo (mg/kg)	Interpretación P
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	57.30	Muy alto
PTUL47	San Lorenzo	Café	3.19	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	26.86	Muy alto
PTUL49	Nariño	Soya	46.11	Muy alto
PTUL50	Nariño	Soya	36.39	Muy alto
PTUL51	Nariño	Soya	66.10	Muy alto
PTUL52	Nariño	Maíz	52.30	Muy alto
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	132.88	Muy alto
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	34.78	Muy alto
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	40.38	Muy alto
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	19.41	Alto
PTUL57	La Palmera	Limón	15.38	Alto
PTUL58	La Palmera	Limón	32.98	Muy alto
PTUL59	La Palmera	Limón	25.71	Muy alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	27.87	Muy alto
PTUL61	La Palmera	Maíz	23.52	Muy alto

En la **Figura 87** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los contenidos de P, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 140** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 21,07 mg/kg, con un mínimo de 2,18 mg/kg y un máximo de 132,88 mg/kg.

**P del suelo en el cruce Tuluá/Tuluá**

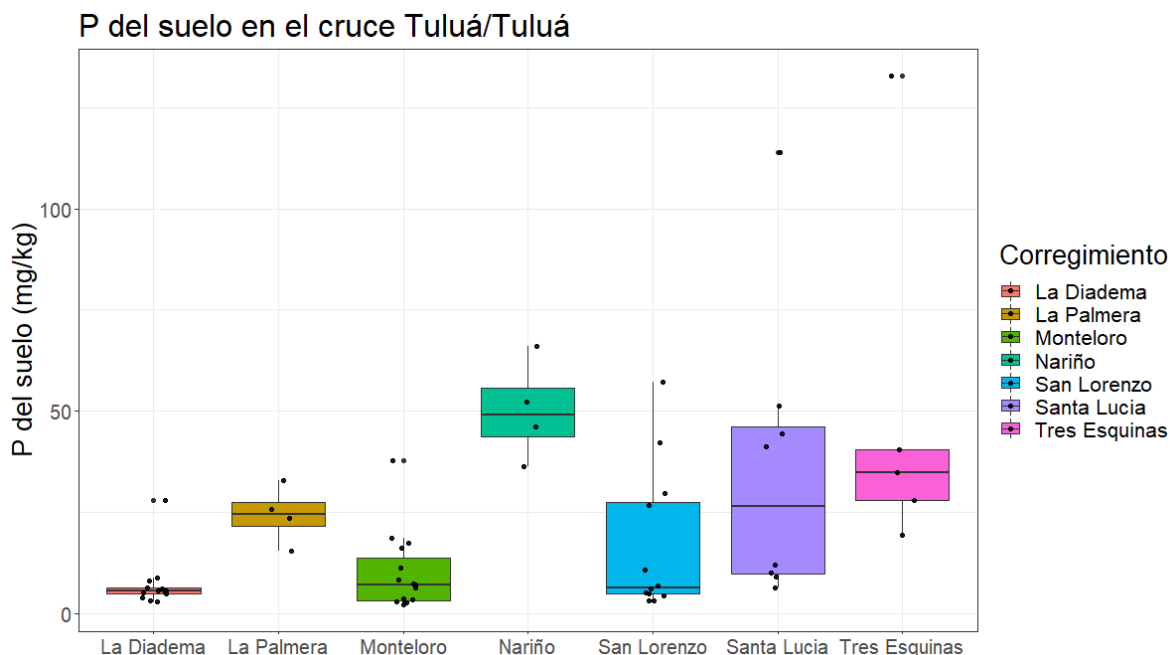


**Figura 87.** Contenidos de P en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 140.** Contenidos de P en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

P (mg/kg) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
2.18	132.88	21.07	9.01	25.24

En la **Figura 88**, se muestran los contenidos de P por corregimiento; en el corregimiento de Tres Esquinas se presentó el contenido de P más alto (51,06 mg/kg), mientras que en el corregimiento de La Diadema se obtuvo el contenido de P promedio más bajo (7,26 mg/kg).



**Figura 88.** Contenidos de P en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

#### 7.4.5. Propiedades Físicas del Suelo

- **Diámetro Medio Ponderado (DMP).**

En la **Tabla 141** se muestran los resultados sobre DMP en los predios evaluados y su interpretación; en el 54,10% de los predios se presentaron valores Moderadamente Estables de DMP (1,50-3,00 mm), en el 24,59% de los predios se obtuvieron valores de DMP Ligeramente Estables (0,50-1,50 mm), en el 19,57% de los predios los valores de DMP fueron Estables (3,00-5,00 mm), mientras que en el restante 1,64% de los predios los valores de DMP fueron Inestables (<0,50 mm).

**Tabla 141.** DMP e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

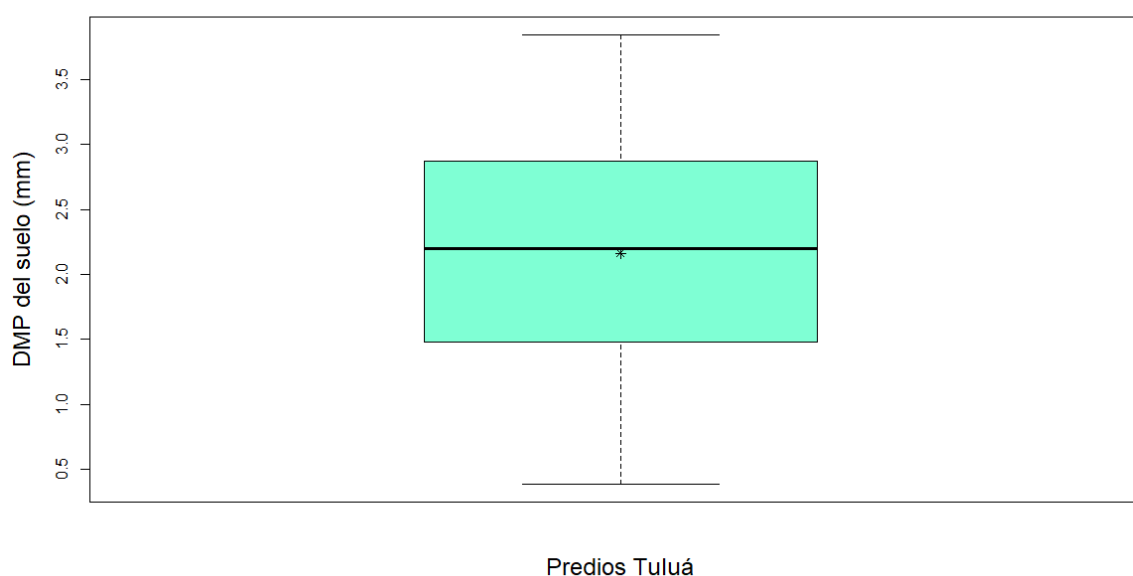
Código	Corregimiento	Cultivo	DMP (mm)	Interpretación DMP
PTUL01	Monteloro	Cítricos	2.83	Moderadamente estable
PTUL02	Monteloro	Café	2.72	Moderadamente estable
PTUL03	Monteloro	Café	2.74	Moderadamente estable
PTUL04	Monteloro	Café	1.51	Moderadamente estable
PTUL05	Monteloro	Café	3.04	Estable
PTUL06	Monteloro	Café	2.14	Moderadamente estable
PTUL07	Monteloro	Café	1.36	Ligeramente estable
PTUL08	Monteloro	Café	2.60	Moderadamente estable

<b>Código</b>	<b>Corregimiento</b>	<b>Cultivo</b>	<b>DMP (mm)</b>	<b>Interpretación DMP</b>
PTUL09	Monteloro	Plátano	1.65	Moderadamente estable
PTUL10	Monteloro	Mora	3.02	Estable
PTUL11	Monteloro	Mora	3.07	Estable
PTUL12	La Diadema	Lulo	3.50	Estable
PTUL13	La Diadema	Café	3.24	Estable
PTUL14	Monteloro	Café	2.16	Moderadamente estable
PTUL15	Monteloro	Café	1.96	Moderadamente estable
PTUL16	Monteloro	Café	1.85	Moderadamente estable
PTUL17	Monteloro	Café	1.24	Ligeramente estable
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	3.51	Estable
PTUL19	La Diadema	Mora	3.67	Estable
PTUL20	La Diadema	Mora	3.24	Estable
PTUL21	La Diadema	Mora	3.45	Estable
PTUL22	La Diadema	Café	1.77	Moderadamente estable
PTUL23	La Diadema	Café	2.89	Moderadamente estable
PTUL24	La Diadema	Café	1.00	Ligeramente estable
PTUL25	La Diadema	Café	1.48	Ligeramente estable
PTUL26	La Diadema	Café	2.20	Moderadamente estable
PTUL27	La Diadema	Café	2.87	Moderadamente estable
PTUL28	La Diadema	Café	2.28	Moderadamente estable
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	1.55	Moderadamente estable
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	2.37	Moderadamente estable
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	2.93	Moderadamente estable
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	3.18	Estable
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	2.72	Moderadamente estable
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	3.84	Estable
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	2.29	Moderadamente estable
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	2.08	Moderadamente estable
PTUL37	San Lorenzo	Café	1.99	Moderadamente estable
PTUL38	San Lorenzo	Café	2.27	Moderadamente estable
PTUL39	San Lorenzo	Café	2.92	Moderadamente estable
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	2.43	Moderadamente estable
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	2.50	Moderadamente estable
PTUL42	San Lorenzo	Café	1.71	Moderadamente estable
PTUL43	San Lorenzo	Café	2.09	Moderadamente estable
PTUL44	San Lorenzo	Café	3.53	Estable
PTUL45	San Lorenzo	Café	2.33	Moderadamente estable
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	1.85	Moderadamente estable
PTUL47	San Lorenzo	Café	2.58	Moderadamente estable
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	1.63	Moderadamente estable
PTUL49	Nariño	Soya	1.22	Ligeramente estable
PTUL50	Nariño	Soya	0.91	Ligeramente estable
PTUL51	Nariño	Soya	0.81	Ligeramente estable
PTUL52	Nariño	Maíz	1.10	Ligeramente estable
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	0.39	Inestable
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	0.72	Ligeramente estable

Código	Corregimiento	Cultivo	DMP (mm)	Interpretación DMP
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	1.14	Ligeramente estable
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	0.76	Ligeramente estable
PTUL57	La Palmera	Limón	1.18	Ligeramente estable
PTUL58	La Palmera	Limón	1.44	Ligeramente estable
PTUL59	La Palmera	Limón	1.34	Ligeramente estable
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	2.25	Moderadamente estable
PTUL61	La Palmera	Maíz	0.94	Ligeramente estable

En la **Figura 89** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los valores de DMP, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 142** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 2,16 mm, con un mínimo de 0,39 mm y un máximo de 3,84 mm.

**DMP del suelo en el cruce Tuluá/Tuluá**

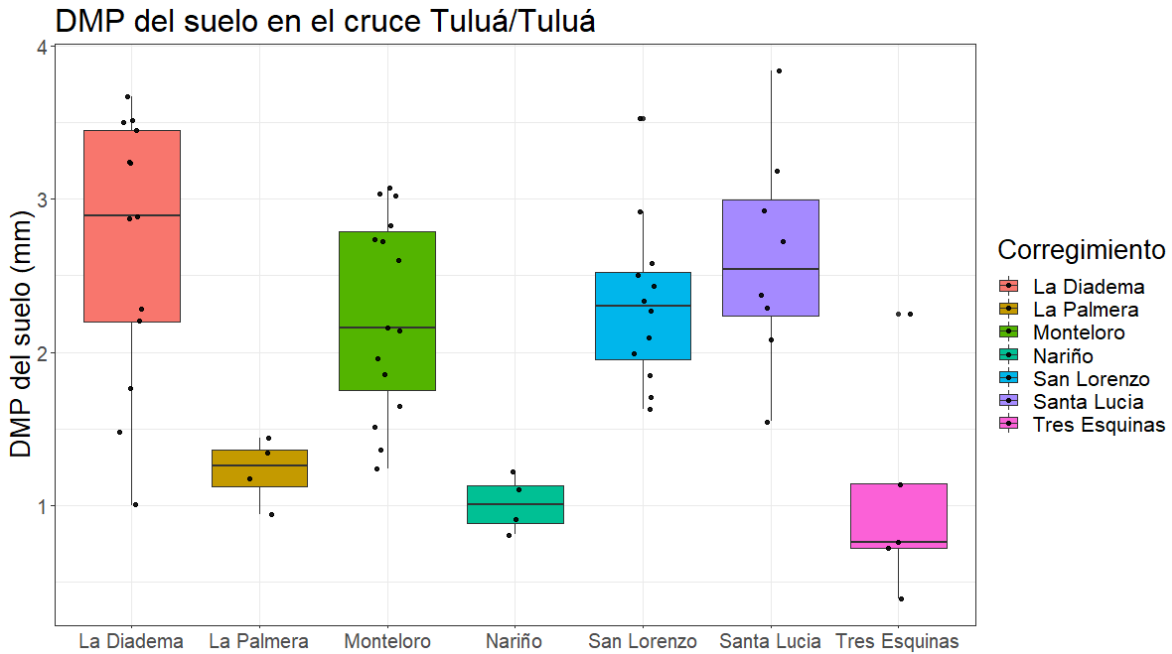


**Figura 89.** DMP en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 142.** DMP en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

DMP (mm) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.39	3.84	2.16	2.20	0.86

En la **Figura 90**, se muestran los valores de DMP por corregimiento; en el corregimiento de La Diadema se presentó el valor de DMP más alto (2,70 mm), mientras que, en el corregimiento de La Palmera, en la zona plana del municipio de Tuluá, se obtuvo el valor de DMP promedio más bajo (0,95 mm).



**Figura 90.** DMP en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Densidad Aparente (Da).**

En la **Tabla 143** se muestran los resultados sobre Da en los predios evaluados y su interpretación; en el 70,49% de los predios se presentaron valores de Da Finos ( $1,30 \text{ g/cm}^3$ ), valores Medios y Gruesos de Da se presentaron, cada uno, en el 14,75% de los predios ( $1,40$  y  $>1,6 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente).

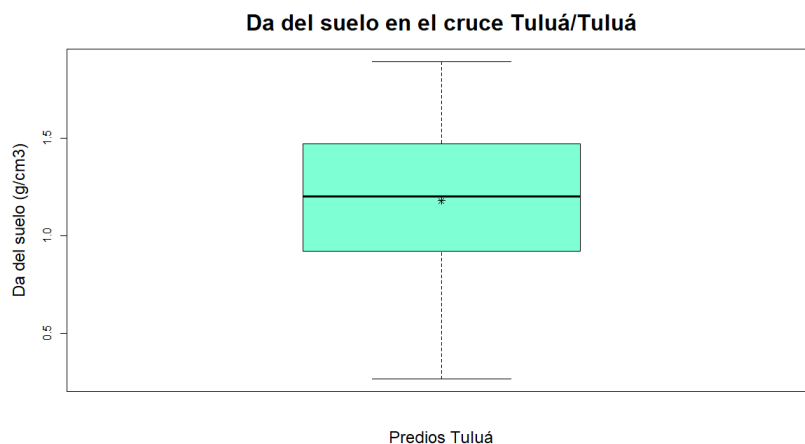
**Tabla 143.** Da e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	Da ( $\text{g/cm}^3$ )	Interpretación Da
PTUL01	Monteloro	Cítricos	0.99	Finas
PTUL02	Monteloro	Café	1.47	Medias
PTUL03	Monteloro	Café	1.06	Finas
PTUL04	Monteloro	Café	1.13	Finas
PTUL05	Monteloro	Café	1.07	Finas
PTUL06	Monteloro	Café	1.06	Finas
PTUL07	Monteloro	Café	1.39	Finas
PTUL08	Monteloro	Café	1.18	Finas
PTUL09	Monteloro	Plátano	1.40	Medias
PTUL10	Monteloro	Mora	0.57	Finas
PTUL11	Monteloro	Mora	0.81	Finas
PTUL12	La Diadema	Lulo	1.27	Finas
PTUL13	La Diadema	Café	1.21	Finas
PTUL14	Monteloro	Café	0.91	Finas
PTUL15	Monteloro	Café	1.17	Finas
PTUL16	Monteloro	Café	1.20	Finas
PTUL17	Monteloro	Café	1.25	Finas



<b>Código</b>	<b>Corregimiento</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Da (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Interpretación Da</b>
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	0.81	Finas
PTUL19	La Diadema	Mora	0.78	Finas
PTUL20	La Diadema	Mora	0.53	Finas
PTUL21	La Diadema	Mora	0.27	Finas
PTUL22	La Diadema	Café	1.28	Finas
PTUL23	La Diadema	Café	1.15	Finas
PTUL24	La Diadema	Café	1.38	Finas
PTUL25	La Diadema	Café	1.16	Finas
PTUL26	La Diadema	Café	1.22	Finas
PTUL27	La Diadema	Café	1.17	Finas
PTUL28	La Diadema	Café	1.25	Finas
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	0.62	Finas
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	0.66	Finas
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	0.63	Finas
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	0.74	Finas
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	0.81	Finas
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	0.75	Finas
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	0.92	Finas
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	0.56	Finas
PTUL37	San Lorenzo	Café	1.60	Gruesas
PTUL38	San Lorenzo	Café	1.43	Medias
PTUL39	San Lorenzo	Café	0.89	Finas
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	1.32	Finas
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	1.32	Finas
PTUL42	San Lorenzo	Café	1.53	Medias
PTUL43	San Lorenzo	Café	0.96	Finas
PTUL44	San Lorenzo	Café	0.96	Finas
PTUL45	San Lorenzo	Café	1.22	Finas
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	1.09	Finas
PTUL47	San Lorenzo	Café	1.14	Finas
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	1.35	Finas
PTUL49	Nariño	Soya	1.54	Medias
PTUL50	Nariño	Soya	1.89	Gruesas
PTUL51	Nariño	Soya	1.72	Gruesas
PTUL52	Nariño	Maíz	1.81	Gruesas
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	1.55	Medias
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	1.69	Gruesas
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	1.69	Gruesas
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	1.61	Gruesas
PTUL57	La Palmera	Limón	1.53	Medias
PTUL58	La Palmera	Limón	1.52	Medias
PTUL59	La Palmera	Limón	1.63	Gruesas
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	1.47	Medias
PTUL61	La Palmera	Maíz	1.67	Gruesas

En la **Figura 91** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los valores de Da, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 144** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de  $1,18 \text{ g/cm}^3$ , con un mínimo de  $0,27 \text{ g/cm}^3$  y un máximo de  $1,89 \text{ g/cm}^3$ .

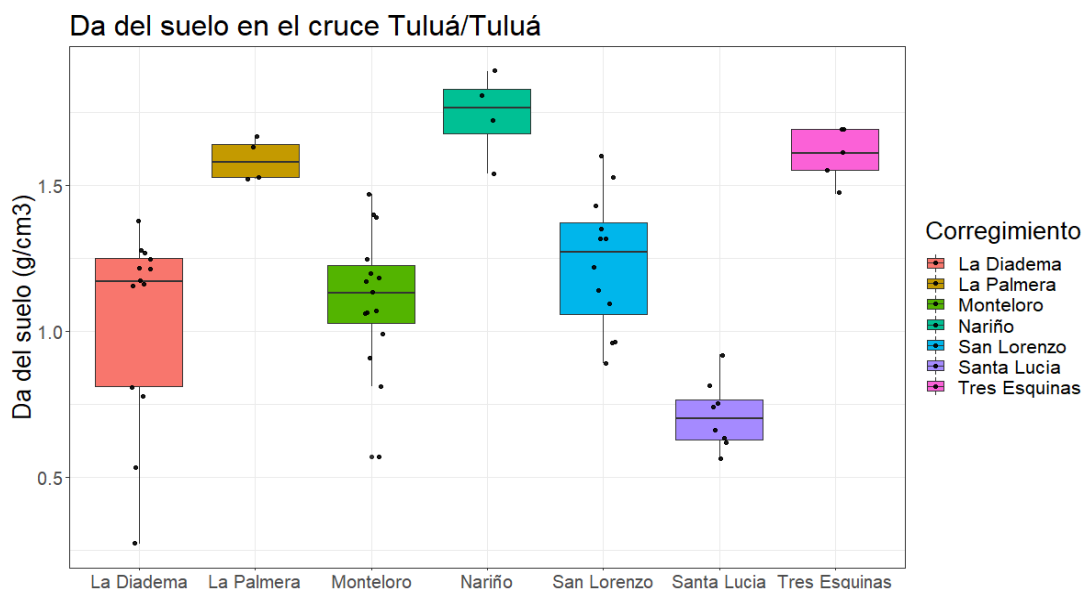


**Figura 91.** Da en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 144.** Da en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Da ( $\text{g/cm}^3$ ) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.27	1.89	1.18	1.20	0.36

En la **Figura 92**, se muestran los valores de Da por corregimiento; en el corregimiento de Nariño, en la zona plana del municipio de Tuluá, se presentó el valor de Da promedio más alto ( $1,74 \text{ g/cm}^3$ ), mientras que en el corregimiento de Santa Lucía se obtuvo el valor de Da promedio más bajo ( $0,71 \text{ g/cm}^3$ ).



**Figura 92.** Da en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Lámina de Agua Aprovechable (LAA).**

En la **Tabla 145** se muestran los resultados sobre LAA en los predios evaluados y su interpretación; en el 59,02% de los predios se presentaron valores de LAA Bajos (<20 mm), en el restante 40,98% de los predios se obtuvieron valores de LAA Altos (>20 mm).

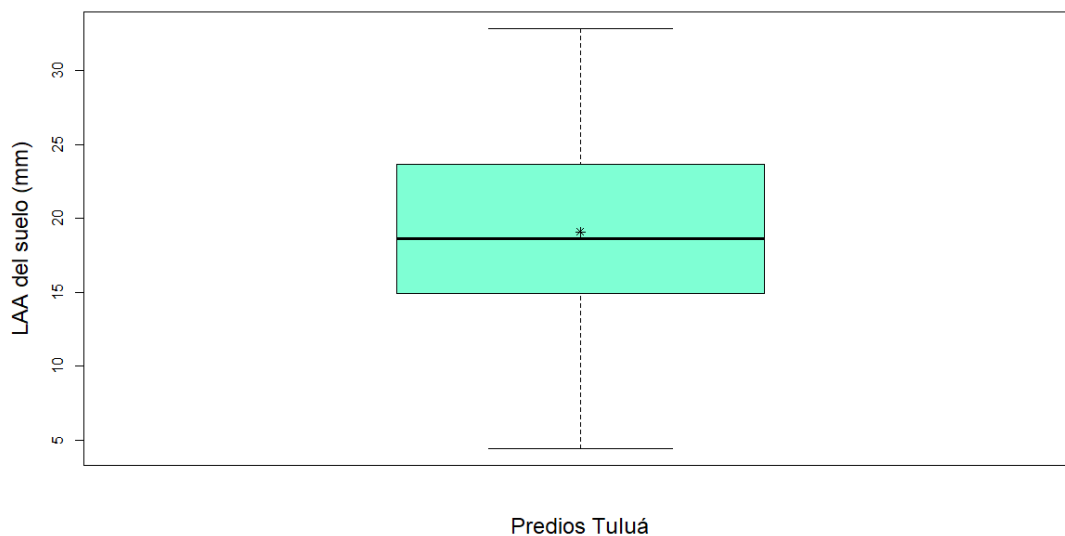
**Tabla 145.** LAA e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Código	Corregimiento	Cultivo	LAA (mm)	Interpretación LAA
PTUL01	Monteloro	Cítricos	21.83	Alto
PTUL02	Monteloro	Café	28.23	Alto
PTUL03	Monteloro	Café	15.79	Bajo
PTUL04	Monteloro	Café	25.56	Alto
PTUL05	Monteloro	Café	17.23	Bajo
PTUL06	Monteloro	Café	21.20	Alto
PTUL07	Monteloro	Café	32.38	Alto
PTUL08	Monteloro	Café	29.43	Alto
PTUL09	Monteloro	Plátano	29.02	Alto
PTUL10	Monteloro	Mora	14.24	Bajo
PTUL11	Monteloro	Mora	16.67	Bajo
PTUL12	La Diadema	Lulo	26.39	Alto
PTUL13	La Diadema	Café	24.23	Alto
PTUL14	Monteloro	Café	10.41	Bajo
PTUL15	Monteloro	Café	24.49	Alto
PTUL16	Monteloro	Café	20.80	Alto
PTUL17	Monteloro	Café	21.98	Alto
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	12.89	Bajo
PTUL19	La Diadema	Mora	9.02	Bajo
PTUL20	La Diadema	Mora	8.53	Bajo
PTUL21	La Diadema	Mora	4.46	Bajo
PTUL22	La Diadema	Café	23.34	Alto
PTUL23	La Diadema	Café	13.41	Bajo
PTUL24	La Diadema	Café	17.53	Bajo
PTUL25	La Diadema	Café	19.16	Bajo
PTUL26	La Diadema	Café	29.32	Alto
PTUL27	La Diadema	Café	14.83	Bajo
PTUL28	La Diadema	Café	23.08	Alto
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	11.49	Bajo
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	10.87	Bajo
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	13.67	Bajo
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	25.08	Alto
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	12.38	Bajo
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	9.61	Bajo
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	7.66	Bajo
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	7.28	Bajo
PTUL37	San Lorenzo	Café	28.81	Alto
PTUL38	San Lorenzo	Café	18.60	Bajo
PTUL39	San Lorenzo	Café	24.63	Alto

Código	Corregimiento	Cultivo	LAA (mm)	Interpretación LAA
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	20.10	Alto
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	17.06	Bajo
PTUL42	San Lorenzo	Café	17.84	Bajo
PTUL43	San Lorenzo	Café	16.70	Bajo
PTUL44	San Lorenzo	Café	15.04	Bajo
PTUL45	San Lorenzo	Café	23.84	Alto
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	15.75	Bajo
PTUL47	San Lorenzo	Café	18.67	Bajo
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	23.14	Alto
PTUL49	Nariño	Soya	15.27	Bajo
PTUL50	Nariño	Soya	18.04	Bajo
PTUL51	Nariño	Soya	17.77	Bajo
PTUL52	Nariño	Maíz	18.70	Bajo
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	19.52	Bajo
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	23.68	Alto
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	19.67	Bajo
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	14.92	Bajo
PTUL57	La Palmera	Limón	19.95	Bajo
PTUL58	La Palmera	Limón	30.83	Alto
PTUL59	La Palmera	Limón	21.79	Alto
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	18.11	Bajo
PTUL61	La Palmera	Maíz	32.83	Alto

En la **Figura 93** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los valores de LAA, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 146** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 19,09 mm, con un mínimo de 4,46 mm y un máximo de 32,83 mm.

**LAA del suelo en el cruce Tuluá/Tuluá**

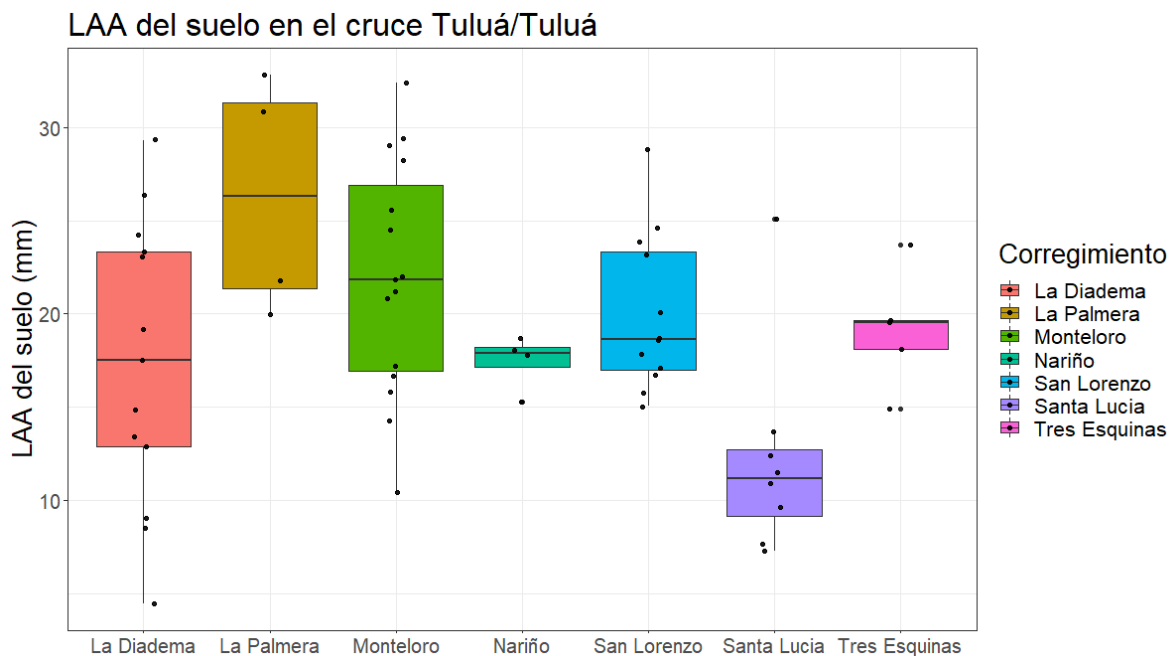


**Figura 93.** LAA en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 146.** LAA en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

LAA (mm) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
4.46	32.83	19.09	18.67	6.59

En la **Figura 94**, se muestran los valores de LAA por corregimiento; en el corregimiento de La Palmera se presentó el valor de LAA promedio más alto (22,21 mm), mientras que, en el corregimiento de Santa Lucía, en la zona alta del municipio de Tuluá, se obtuvo el valor de LAA promedio más bajo (12,25 mm).



**Figura 94.** LAA en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

- **Conductividad Hidráulica (Ks).**

En la **Tabla 147** se muestran los resultados sobre Ks en los predios evaluados y su interpretación; en el 39,34% de los predios se presentaron valores de Ks Muy Lentos (<0,10 cm/h), en el 26,23% de los predios los valores de Ks fueron Moderadamente Lentos (0,50-1,60 cm/h), en el 24,59% de los predios se presentó un Ks Lento (0,10-0,50 cm/h), mientras que en el 8,20% de los predios el Ks fue Moderado (1,60-5,00 cm/h), en el restante 1,64% de los predios se obtuvo valores de Ks Moderadamente Rápida (5,00-12,00 cm/h).

**Tabla 147.** Ks e interpretación en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

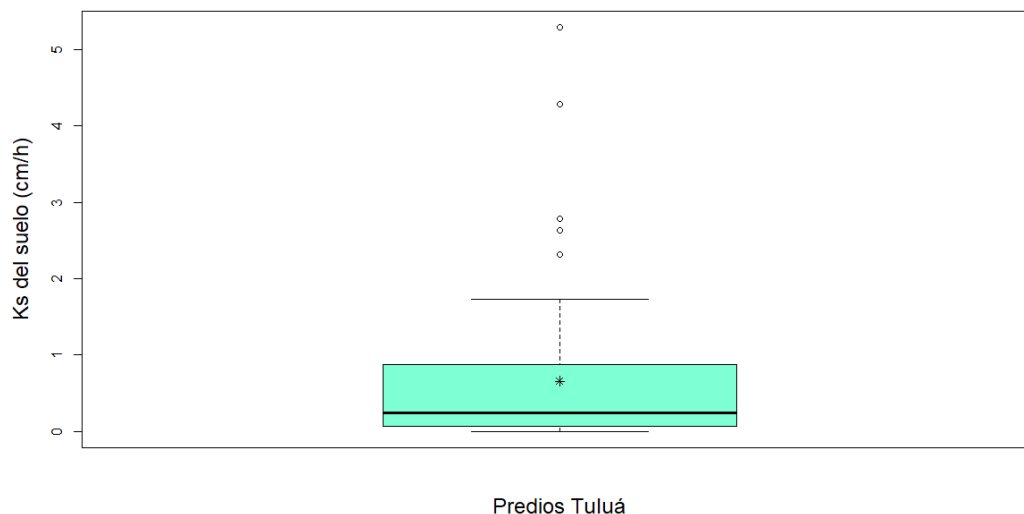
Código	Corregimiento	Cultivo	K (cm/h)	Interpretación K
PTUL01	Monteloro	Cítricos	0.06	Muy lenta
PTUL02	Monteloro	Café	0.41	Lenta
PTUL03	Monteloro	Café	0.03	Muy lenta
PTUL04	Monteloro	Café	1.03	Moderadamente lenta

Código	Corregimiento	Cultivo	K (cm/h)	Interpretación K
PTUL05	Monteloro	Café	2.63	Moderada
PTUL06	Monteloro	Café	0.49	Lenta
PTUL07	Monteloro	Café	0.26	Lenta
PTUL08	Monteloro	Café	0.14	Lenta
PTUL09	Monteloro	Plátano	0.59	Moderadamente lenta
PTUL10	Monteloro	Mora	2.79	Moderada
PTUL11	Monteloro	Mora	0.15	Lenta
PTUL12	La Diadema	Lulo	1.12	Moderadamente lenta
PTUL13	La Diadema	Café	0.87	Moderadamente lenta
PTUL14	Monteloro	Café	0.06	Muy lenta
PTUL15	Monteloro	Café	0.03	Muy lenta
PTUL16	Monteloro	Café	2.31	Moderada
PTUL17	Monteloro	Café	0.00	Muy lenta
PTUL18	La Diadema	Tomate de árbol	1.25	Moderadamente lenta
PTUL19	La Diadema	Mora	0.06	Muy lenta
PTUL20	La Diadema	Mora	0.03	Muy lenta
PTUL21	La Diadema	Mora	0.31	Lenta
PTUL22	La Diadema	Café	1.07	Moderadamente lenta
PTUL23	La Diadema	Café	0.46	Lenta
PTUL24	La Diadema	Café	0.06	Muy lenta
PTUL25	La Diadema	Café	1.73	Moderada
PTUL26	La Diadema	Café	0.32	Lenta
PTUL27	La Diadema	Café	1.17	Moderadamente lenta
PTUL28	La Diadema	Café	1.36	Moderadamente lenta
PTUL29	Santa Lucia	Papa criolla	0.33	Lenta
PTUL30	Santa Lucia	Papa criolla	0.76	Moderadamente lenta
PTUL31	Santa Lucia	Papa criolla	0.06	Muy lenta
PTUL32	Santa Lucia	Papa criolla	1.14	Moderadamente lenta
PTUL33	Santa Lucia	Papa criolla	0.12	Lenta
PTUL34	Santa Lucia	Papa criolla	0.85	Moderadamente lenta
PTUL35	Santa Lucia	Papa criolla	0.24	Lenta
PTUL36	Santa Lucia	Fresa	4.29	Moderada
PTUL37	San Lorenzo	Café	0.34	Lenta
PTUL38	San Lorenzo	Café	0.71	Moderadamente lenta
PTUL39	San Lorenzo	Café	5.29	Moderadamente rápida
PTUL40	San Lorenzo	Habichuela	0.03	Muy lenta
PTUL41	San Lorenzo	Plátano	0.09	Muy lenta
PTUL42	San Lorenzo	Café	0.05	Muy lenta
PTUL43	San Lorenzo	Café	0.08	Muy lenta
PTUL44	San Lorenzo	Café	0.94	Moderadamente lenta
PTUL45	San Lorenzo	Café	0.00	Muy lenta
PTUL46	San Lorenzo	Lulo	0.18	Lenta
PTUL47	San Lorenzo	Café	0.03	Muy lenta
PTUL48	San Lorenzo	Tomate	0.87	Moderadamente lenta
PTUL49	Nariño	Soya	0.08	Muy lenta
PTUL50	Nariño	Soya	0.07	Muy lenta

Código	Corregimiento	Cultivo	K (cm/h)	Interpretación K
PTUL51	Nariño	Soya	0.03	Muy lenta
PTUL52	Nariño	Maíz	0.03	Muy lenta
PTUL53	Tres Esquinas	Ají	0.10	Lenta
PTUL54	Tres Esquinas	Soya	0.20	Lenta
PTUL55	Tres Esquinas	Soya	0.04	Muy lenta
PTUL56	Tres Esquinas	Soya	1.46	Moderadamente lenta
PTUL57	La Palmera	Limón	0.83	Moderadamente lenta
PTUL58	La Palmera	Limón	0.00	Muy lenta
PTUL59	La Palmera	Limón	0.00	Muy lenta
PTUL60	Tres Esquinas	Aguacate	0.00	Muy lenta
PTUL61	La Palmera	Maíz	0.01	Muy lenta

En la **Figura 95** se muestra de manera generalizada en la cuenca Tuluá (Tuluá), los valores de Ks, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 148** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,66 cm/h, con un mínimo de 0,00 cm/h y un máximo de 5,29 cm/h.

**Ks del suelo en el cruce Tuluá/Tuluá**



**Figura 95.** Ks en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 148.** Ks en los predios de la cuenca Tuluá (Tuluá).

Ks (cm/h) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.00	5.29	0.66	0.24	1.01

En la **Figura 96**, se muestran los valores de Ks por corregimiento; en el corregimiento de Santa Lucía se presentó el valor de Ks promedio más alto (0,97 cm/h), mientras que, en el corregimiento de Nariño, en la zona plana del municipio de Tuluá, se obtuvo el valor de Ks promedio más bajo (0,05 cm/h).

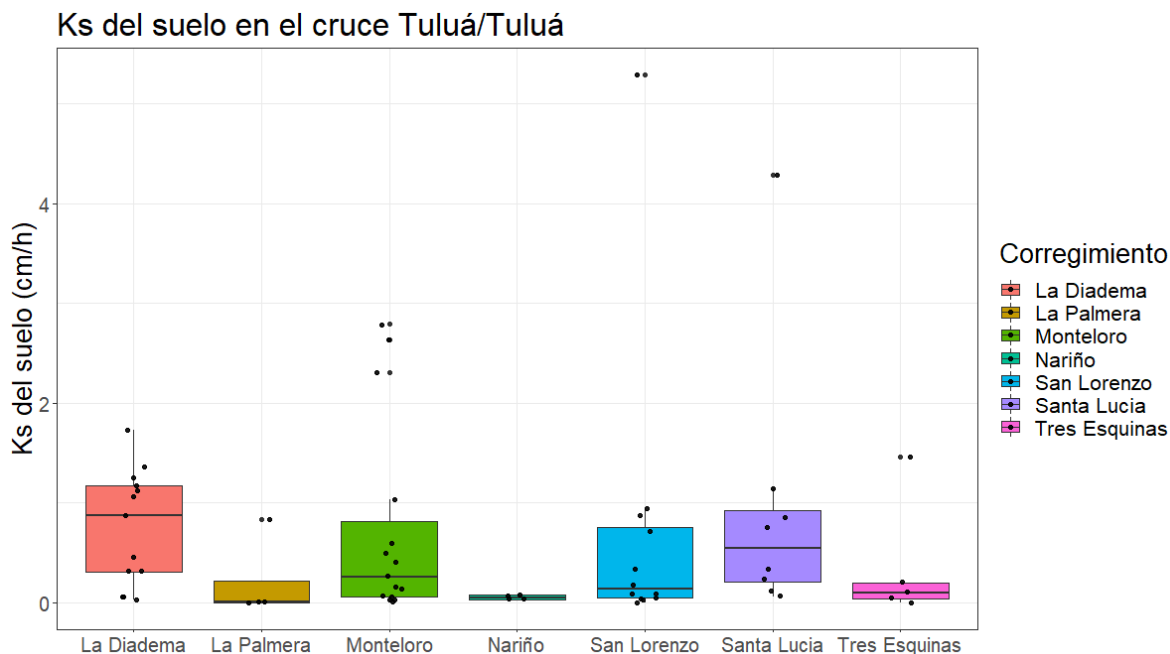


Figura 96. Ks en los predios evaluados/corregimiento, cuenca Tuluá (Tuluá).

## 7.5 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA RIEGO EN LA CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ

### 7.5.1. Restricciones de uso del agua para riego: Salinidad

En la **Tabla 149** se presenta la información obtenida en los análisis de agua para riego y su interpretación en el cruce Tuluá/Tuluá en cuanto a las restricciones sobre salinidad. Se observa que el 100% de las muestras de agua tomadas no presentan restricción por Conductividad Eléctrica (CE, <0,70 dS/m); el 94,74% de las muestras no presenta restricción en cuanto a Sólidos Totales Disueltos (TDS, <450 mg/l), el restante 5,26% de las muestras presentaron una restricción moderada (450 a 2000 mg/l). La muestra que presenta restricciones se encuentra en la zona plana del cruce, específicamente en el corregimiento La Palmera, y la procedencia del agua es subterránea, por lo que habría que prestar especial atención sobre predios que obtengan el agua para riego de pozos y aljibes. En la **Figura 97** se encuentra la ubicación de los puntos de muestreo de agua.

**Tabla 149.** Restricciones de uso del agua para riego por predio en el cruce Tuluá/Tuluá: Salinidad. Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	CE (dS/m)	Interpretación CE	TDS (mg/l)	Interpretación TDS
PTUL02	0,22	Sin restricción	156,56	Sin restricción
PTUL04	0,37	Sin restricción	261,02	Sin restricción
PTUL07	0,10	Sin restricción	69,95	Sin restricción
PTUL12	0,17	Sin restricción	121,65	Sin restricción
PTUL19	0,14	Sin restricción	97,14	Sin restricción
PTUL23	0,06	Sin restricción	41,11	Sin restricción



Código	CE (dS/m)	Interpretación CE	TDS (mg/l)	Interpretación TDS
PTUL24	0,12	Sin restricción	81,29	Sin restricción
PTUL27	0,12	Sin restricción	80,74	Sin restricción
PTUL29	0,10	Sin restricción	71,12	Sin restricción
PTUL30	0,06	Sin restricción	42,87	Sin restricción
PTUL31	0,03	Sin restricción	22,23	Sin restricción
PTUL32	0,13	Sin restricción	90,43	Sin restricción
PTUL33	0,11	Sin restricción	76,20	Sin restricción
PTUL38	0,17	Sin restricción	121,67	Sin restricción
PTUL40	0,06	Sin restricción	43,41	Sin restricción
PTUL44	0,14	Sin restricción	97,87	Sin restricción
PTUL49	0,60	Sin restricción	420,88	Sin restricción
PTUL53	0,46	Sin restricción	319,44	Sin restricción
PTUL61	0,67	Sin restricción	468,94	Moderada

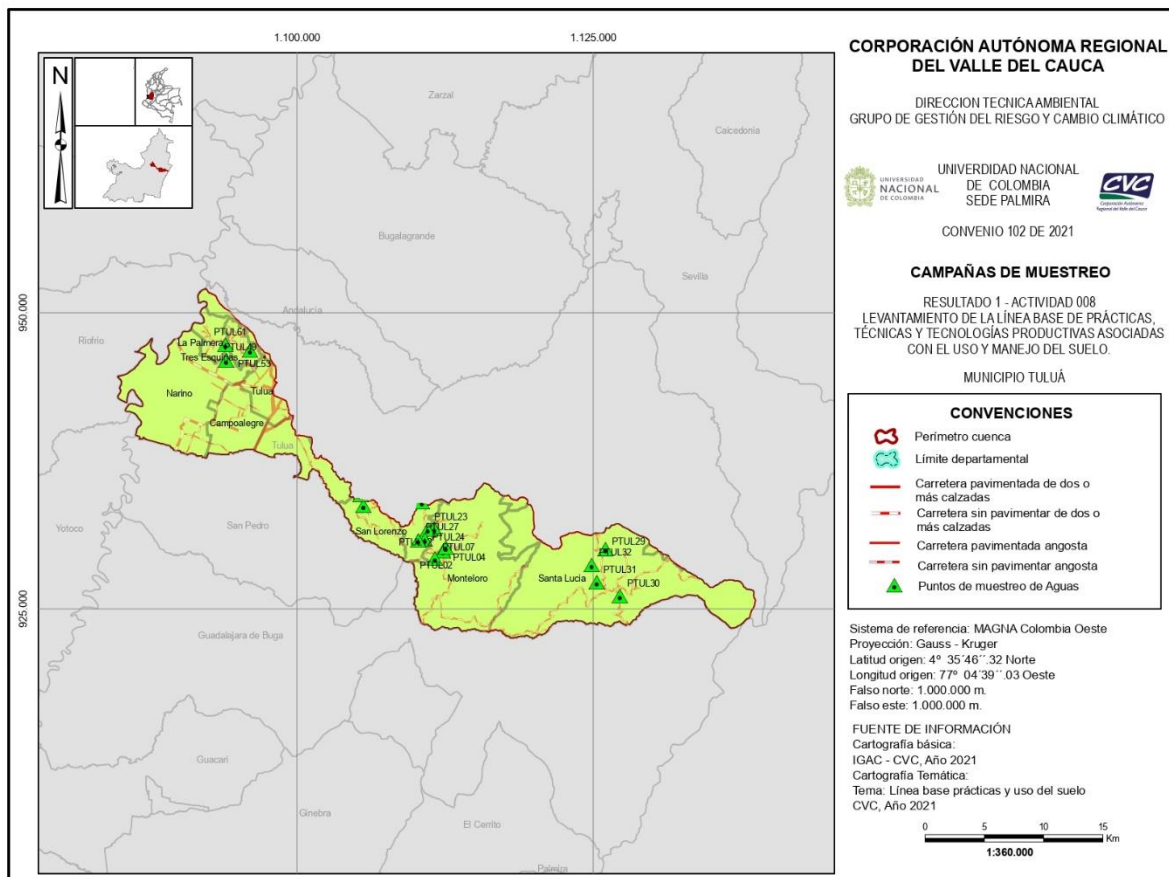


Figura 97. Puntos de muestreo de agua en la cuenca Tuluá (Tuluá).

### 7.5.2. Restricciones de uso del agua para riego: Permeabilidad (efecto sobre la infiltración)

En la **Tabla 150**, se observa que en la cuenca existen restricciones del agua utilizada para riego por su posible efecto de reducción de la velocidad de infiltración del agua en el suelo; en el 73,68% de las muestras se presentaron restricciones severas (RAS entre 0 y 3 y CE <0,2 dS/m); en el 26,32% de las muestras se presentó restricción moderada (RAS entre 0 y 3 y CE entre 0,2 y 0,7 dS/m). Los predios que presentan restricciones moderadas se encuentran en los corregimientos de Monteloro y la zona plana del cruce (Nariño, Tres Esquinas y La Palmera), mientras que los que presentan restricciones severas se encuentran en la zona de ladera media y alta del cruce (Monteloro, La Diadema, Santa Lucía y San Lorenzo). En estos corregimientos el agua para riego proviene mayormente de quebradas y nacimientos.

**Tabla 150.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: Permeabilidad.  
Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	RAS	CE (dS/m)	Interpretación
PTUL02	0,05	0,22	Moderada
PTUL04	0,01	0,37	Moderada
PTUL07	0,04	0,10	Severa
PTUL12	0,04	0,17	Severa
PTUL19	0,02	0,14	Severa
PTUL23	0,09	0,06	Severa
PTUL24	0,03	0,12	Severa
PTUL27	0,02	0,12	Severa
PTUL29	0,03	0,10	Severa
PTUL30	0,07	0,06	Severa
PTUL31	0,06	0,03	Severa
PTUL32	0,02	0,13	Severa
PTUL33	0,04	0,11	Severa
PTUL38	0,08	0,17	Severa
PTUL40	0,03	0,06	Severa
PTUL44	0,02	0,14	Severa
PTUL49	0,02	0,60	Moderada
PTUL53	0,01	0,46	Moderada
PTUL61	0,02	0,67	Moderada

### 7.5.3. Restricciones de uso del agua para riego: Cationes

En la **Tabla 151** se presentan los valores obtenidos de los cationes: Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> en las muestras de agua analizadas. Se observa que las muestras no presentan restricciones en ninguno de los cationes (Sin Restricción=SR).

**Tabla 151.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: Cationes. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	Ca (meq/l)	Int Ca	Mg (meq/l)	Int Mg	K (meq/l)	Int K	Na (meq/l)	Int Na
PTUL02	0,90	SR	0,64	SR	0,05	SR	0,39	SR
PTUL04	1,74	SR	0,98	SR	0,02	SR	0,45	SR
PTUL07	0,47	SR	0,22	SR	0,02	SR	0,19	SR
PTUL12	0,73	SR	0,37	SR	0,03	SR	0,35	SR
PTUL19	0,59	SR	0,36	SR	0,02	SR	0,27	SR
PTUL23	0,17	SR	0,12	SR	0,04	SR	0,08	SR
PTUL24	0,55	SR	0,24	SR	0,02	SR	0,18	SR
PTUL27	0,52	SR	0,24	SR	0,01	SR	0,17	SR
PTUL29	0,48	SR	0,23	SR	0,02	SR	0,11	SR
PTUL30	0,22	SR	0,14	SR	0,03	SR	0,10	SR
PTUL31	0,02	SR	0,06	SR	0,01	SR	0,09	SR
PTUL32	0,27	SR	0,81	SR	0,01	SR	0,11	SR
PTUL33	0,39	SR	0,32	SR	0,02	SR	0,14	SR
PTUL38	0,54	SR	0,49	SR	0,05	SR	0,36	SR
PTUL40	0,27	SR	0,14	SR	0,02	SR	0,20	SR
PTUL44	0,47	SR	0,52	SR	0,01	SR	0,23	SR
PTUL49	2,65	SR	2,51	SR	0,03	SR	0,34	SR
PTUL53	1,92	SR	1,76	SR	0,02	SR	0,32	SR
PTUL61	2,70	SR	3,23	SR	0,03	SR	0,44	SR

#### 7.5.4. Restricciones de uso del agua para riego: Aniones

En la **Tabla 152** se presentan los valores de aniones en cada área muestreada; en general, los valores en la mayor parte de las muestras de agua analizadas no presentan restricciones (Sin Restricciones=SR), para usarla en las actividades de riego, tal es el caso de los contenidos de carbonatos (CO<sub>3</sub>=), de sulfatos (SO<sub>4</sub>=) y fosfatos (PO<sub>4</sub>=); en cuanto al contenido de bicarbonatos (HCO<sub>3</sub>-), en el 23,32% de las muestras se presentaron contenidos con una restricción moderada (Moderada=M, entre 1,5 y 8,5 meq/l), los corregimientos donde se obtuvieron estas muestras fueron Monteloro, en la zona de ladera, Nariño, Tres Esquinas y La Palmera, en la zona plana; por otro lado, el 31,58% de las muestras arrojaron contenidos con restricciones moderadas en los contenidos de cloruros (Cl-), lo cual se presentó en muestras tomadas en los corregimientos de Monteloro, Santa Lucía, Nariño y Tres Esquinas.

**Tabla 152.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: Aniones. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	CO <sub>3</sub> (meq/l)	Int CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> (meq/l)	Int HCO <sub>3</sub>	Cl (meq/l)	Int Cl	SO <sub>4</sub> (meq/l)	Int SO <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> (mg/l)	Int PO <sub>4</sub>
PTUL02	0,00	SR	2,18	M	0,37	SR	0,26	SR	0,04	SR
PTUL04	0,00	SR	3,43	M	4,40	M	0,53	SR	<0,20	SR
PTUL07	0,00	SR	0,71	SR	0,33	SR	0,46	SR	0,02	SR
PTUL12	0,00	SR	1,01	SR	0,27	SR	0,92	SR	0,04	SR
PTUL19	0,00	SR	1,22	SR	0,19	SR	0,17	SR	0,03	SR
PTUL23	0,00	SR	0,13	SR	3,78	SR	0,18	SR	<0,20	SR
PTUL24	0,00	SR	1,01	SR	0,19	SR	0,39	SR	0,03	SR
PTUL27	0,00	SR	0,88	SR	0,21	SR	0,37	SR	0,05	SR
PTUL29	0,00	SR	0,84	SR	3,08	M	0,19	SR	<0,20	SR
PTUL30	0,00	SR	0,24	SR	3,87	M	0,26	SR	<0,20	SR
PTUL31	0,00	SR	0,04	SR	2,38	SR	0,07	SR	<0,20	SR
PTUL32	0,00	SR	1,10	SR	2,38	SR	0,02	SR	<0,20	SR
PTUL33	0,00	SR	0,77	SR	4,93	M	0,25	SR	<0,20	SR
PTUL38	0,00	SR	1,24	SR	0,23	SR	0,74	SR	0,04	SR
PTUL40	0,00	SR	0,43	SR	0,21	SR	0,20	SR	0,36	SR
PTUL44	0,00	SR	1,28	SR	0,22	SR	0,19	SR	0,03	SR

Código	CO3 (meq/l)	Int CO3	HCO3 (meq/l)	Int HCO3	Cl (meq/l)	Int Cl	SO4 (meq/l)	Int SO4	PO4 (mg/l)	Int PO4
PTUL49	0,00	SR	5,59	M	5,19	M	1,08	SR	<0.20	SR
PTUL53	0,00	SR	3,50	M	6,25	M	2,11	SR	<0.20	SR
PTUL61	0,00	SR	6,68	M	0,71	SR	3,08	SR	0,09	SR

### 7.5.5. Restricciones de uso del agua para riego: pH y elementos menores

En la **Tabla 153** se presentan los valores de pH, contenidos de B y Fe en las muestras tomadas en el cruce Tuluá/Tuluá; para su interpretación se tuvo en cuenta la información consignada en (García, Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua para riego (primera parte), 2012) y (García, 2012); destaca principalmente que no se presentó ninguna restricción en las variables pH y B, pues los resultados se encuentran en los rangos considerados normales (pH= rango normal entre 6,5 y 8,4; Boro=Sin Restricción < 0,70 mg/l). Solo una muestra presentó un valor de pH por debajo del rango considerado normal, pero los contenidos de Fe y B se consideraron como sin restricción, esta muestra se obtuvo en el corregimiento de Monteloro. En cuanto a los contenidos de Fe, en el 47,37% de las muestras se presenta una restricción severa; estas muestras se obtuvieron de quebradas y nacimientos en los corregimientos Moteloro, La Diadema y San Lorenzo, pues de estas fuentes es de donde los agricultores toman el agua para riego. El 37% del total de las muestras presentaron un pH ligeramente alcalino (7.4–7.8), por lo que si se usara el agua de estas fuentes para aspersión foliar de fertilizantes y/o plaguicidas deben ser tratadas con reguladores de pH; el restante 53% de las muestras presento un pH neutro (6.5-7.3).

**Tabla 153.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Tuluá/Tuluá: pH y elementos menores. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	pH	Interpretación pH	Fe (mg/l)	Interpretación Fe	B (mg/l)	Interpretación B
PTUL02	7,55	Sin restricción	3,70	Sin restricción	0,05	Sin restricción
PTUL04	8,21	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL07	6,19	Fuera del rango	3,68	Sin restricción	0,04	Sin restricción
PTUL12	7,24	Sin restricción	3,87	Sin restricción	0,08	Sin restricción
PTUL19	7,07	Sin restricción	3,68	Sin restricción	0,03	Sin restricción
PTUL23	6,97	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL24	7,28	Sin restricción	3,54	Sin restricción	0,02	Sin restricción
PTUL27	7,21	Sin restricción	3,61	Sin restricción	0,02	Sin restricción
PTUL29	7,82	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL30	7,38	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,02	Sin restricción
PTUL31	7,09	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL32	7,43	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL33	7,70	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL38	6,71	Sin restricción	3,89	Sin restricción	0,02	Sin restricción
PTUL40	6,76	Sin restricción	7,90	Sin restricción	0,02	Sin restricción
PTUL44	6,89	Sin restricción	3,65	Sin restricción	0,02	Sin restricción
PTUL49	7,74	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL53	7,90	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,00	Sin restricción
PTUL61	6,88	Sin restricción	<0.50	Sin restricción	0,02	Sin restricción

## 7.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CUENCA TULUÁ MUNICIPIO TULUÁ

### 7.6.1. Conclusiones cuenca Tuluá (Tuluá)

- Se presentan dos condiciones en el cruce Tuluá/Tuluá: la zona de ladera y la zona plana, las cuales presentan diferencias fundamentales en el tipo de prácticas (técnicas y tecnologías) de producción agrícola que utilizan y el efecto de estas sobre el recurso suelo. Al mismo tiempo la zona de ladera de presenta dos tipos de características: zona de ladera de clima medio, donde se encuentran establecidos cultivos de café, en los corregimientos de San Lorenzo, La Diadema y Monteloro; y la zona de ladera de clima frío correspondiente al corregimiento de Santa Lucía, en donde se desarrollan cultivos de papa, fresa, además de ganadería; estas dos subzonas, presentan diferencias en las prácticas que utilizan para la producción de sus cultivos.
- En el corregimiento de Santa Lucía debido a que la pendiente es menos pronunciada, se puede usar maquinaria para la labranza (tractor, motocultor, ambos con diferentes aperos, dependiendo de la labor requerida), así como azadón, igualmente usados para la práctica de “aporque” en el cultivo de papa criolla (“amarilla”), que es el más representativo de la región.
- El cultivo de papa criolla se desarrolla en forma de monocultivo, no se permite el crecimiento de arvenses, se siembra a favor de la pendiente o inclinado con el objetivo de evitar el encharcamiento. Este sistema de manejo aumenta la susceptibilidad del suelo a presentar procesos erosivos, por lo que se deben evaluar e implementar estrategias que permitan reducir la velocidad del agua y así evitar la pérdida de suelo por escorrentía; además, es necesario evaluar estrategias para el manejo de plagas y enfermedades enfocadas en el uso de plantas repelentes que reduzcan el uso de plaguicidas y al tiempo aumenten la cobertura vegetal sobre el suelo, lo que permitiría conservar el suelo. Otro cultivo representativo de la zona es la fresa, la cual se realiza en camas cubiertas de acolchado plástico que permiten reducir el uso de herbicidas, pero entre las camas no se permite el crecimiento de arvenses, por lo que se suele presentar arrastre de suelos.
- La zona media del cruce, donde se desarrollan gran parte de los cafetales, presenta pendiente escarpadas y muy escarpadas con alta susceptibilidad a la erosión hídrica, este sistema de manejo está altamente influenciado por los técnicos de entidades como la Federación Nacional de Cafeteros, lo que permite en algunos de sus sistemas de producción conservar cultivos asociados o en multiestrato (como el café en asocio árboles maderables, musáceas y otros frutales), además del manejo de arvenses en que alternan herbicidas con manejo cultural (plateo manual) y guadaña en otras áreas del cultivo, lo que reduce sustancialmente el riesgo de erosión. También hay monocultivos de frutales como lulo con riego por goteo.
- Las muestras de agua para riego de la zona cafetera presentan alto contenido de hierro, así como suelos que se caracterizan por horizontes subsuperficiales de color

naranja y rojizos con horizontes oscuros superficiales característicos de los andisoles de la región.

- Se presenta afloramiento de horizontes inferiores en surcos y cárcavas en zonas de mal manejo de las aguas superficiales, tales como taludes de las carreteras, se deben implementar estrategias de manejo de las aguas como pozos sépticos y canales de aguas de las casas que, aunque no se reportan en este estudio, se observó posible riesgo de provocar movimientos en masa por acumulación de agua en este tipo de arcillas (alófanos).
- Se presentan en esta área inconsistencias entre el uso recomendado por el estudio semidetallado de suelos IGAC-CVC y el uso y las prácticas actuales, debido que se implementan cultivos en clases agrológicas 7 y 8, que no son aptas para actividades agropecuarias, por lo cual deben ser evaluados para guiar a los agricultores hacia procesos de transición que implementen sistemas de cultivo más sostenibles y adecuados, que tengan en cuenta mejores prácticas de manejo y conservación del suelo que contribuyan a reducir el riesgo de erosión hídrica.
- La zona plana presenta un alto porcentaje de suelos magnésicos ( $PMgl > 40$ ), lo que implica susceptibilidad a la compactación por efecto de la dispersión de las arcillas, esto conduce a que los agricultores intervengan con maquinaria y aperos con cada vez más periodicidad, profundidad o simplemente con más pases, para intentar, sin éxito, obtener condiciones físicas del suelo más adecuadas para los cultivos, ya que la limitante es química con efectos sobre las características físicas, por lo cual, debe ser corregida para mejorar la conductividad hidráulica del suelo y permitir una mejor exploración de las raíces de los cultivos y ende una mejor nutrición.
- La zona plana presenta, en general, bajos contenidos de materia orgánica y azufre, altos contenidos de calcio, magnesio y hierro, deficiencia inducida de potasio y calcio, deficiencia de manganeso y zinc, además de muy alto fósforo; en cuanto a las características físicas presenta una muy lenta conductividad hidráulica y estructura ligeramente estable.
- La zona de ladera de clima medio, en general, presenta contenidos medios de materia orgánica, bajos de azufre y fósforo, altos contenidos de calcio y magnesio, además de muy altos contenidos de hierro; en cuanto a las características físicas, presenta una estructura moderadamente estable y conductividad hidráulica muy lenta. En la zona de ladera de clima frío, las características químicas más relevantes son, altos contenidos de materia orgánica, calcio, magnesio, potasio, hierro y manganeso, bajos de azufre; mientras que la estructura del suelo es moderadamente estable y presenta una conductividad hidráulica moderadamente lenta.

#### **7.6.2. Recomendaciones cuenca Tuluá (Tuluá)**

- Desarrollar un proceso de capacitación permanentemente, junto con las instituciones que hacen presencia en el territorio, universidades, centros de investigación y asociaciones de agricultores, entre otros, que permita unificar criterios y certificar a los asistentes técnicos de la región en prácticas de producción sostenibles.

- Usar el estudio semidetallado de suelos (CVC & IGAC, 2017), en su capítulo de clases de tierras como guía para la planeación y control de los cultivos por corregimientos. Observar las limitaciones por clase agrológica y las recomendaciones de cultivos y prácticas de producción.
- Realizar ensayos de curvas de enclamiento para corrección de acidez del suelo en las zonas donde se presenten problemas de suelos fuertemente ácidos.
- Promover la adopción y certificación de las Buenas Prácticas Agrícolas en la región para asegurar el seguimiento de las prácticas de cultivo amigables con el suelo.
- Desarrollar y promover los sistemas de producción asociados, en multiestrato y policultivo en las zonas de ladera, así como prácticas de manejo y conservación del suelo.
- Desarrollar e implementar un programa de capacitación dirigido a los agricultores, empresas, asistentes técnicos, estudiantes, comercializadores y proveedores de las cadenas productivas de la región orientado a la conservación del suelo y el ambiente en general, donde se sensibilice acerca de los problemas generados al suelo por la adopción de malas prácticas de producción, como puede afectar el rendimiento de los cultivos, y las fortalezas de la ejecución de Buenas Prácticas Agrícolas.
- Monitorear permanentemente la salud del suelo, pérdidas por erosión, salinización, compactación, acidificación, entre otras, con técnicas sencillas de campo que permitan registrar y evidenciar cómo evoluciona el suelo a través del tiempo.
- Realizar evaluaciones de los suelos magnésicos en la zona plana de la cuenca, para establecer opciones de manejo y corrección que permitan recuperar la calidad del suelo, mejorando la conductividad hidráulica y reduciendo la presión del exceso de pases de maquinaria en la labranza.
- Implementar programas de manejo y conservación de suelos en la zona de ladera, que incluyan el monitoreo permanente de la pérdida de suelos por erosión y prácticas que reduzcan la velocidad del agua de escorrentía y así evitar su acción erosiva.

## 8. LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN CULTIVOS PRIORIZADOS DE LA CUENCA CALI, MUNICIPIO YUMBO

En general el factor que más condiciona el uso de las prácticas de producción de cultivos es la topografía del terreno, permitiendo, o no, la posibilidad de mecanización y por tanto las tecnologías que se pueden implementar para realizar las prácticas; en las zonas planas y onduladas con posibilidad de realizar mecanización predomina los agricultores empresariales que cultivan áreas medianas y grandes; en las zonas de ladera escarpadas predomina la agricultura “tradicional” de productores que manejan pequeñas a medianas áreas que difícilmente se pueden mecanizar. Esto permite crear zonas que, con algunas excepciones, comparten prácticas, y en ocasiones especies plantadas, en los diversos cultivos a los que manejan.

La presencia de lluvias constantes, y en determinados momentos abundantes, en buena parte del año asociada con las pendientes escarpadas en gran parte de la zona de ladera de la cuenca, provocan que el mayor de los riesgos de degradación de estos suelos sea la erosión hídrica la cual se presenta en mayor o menor intensidad dependiendo de las prácticas, técnicas y tecnologías que se practiquen en los terrenos con coberturas de cultivos.

La cuenca Cali/Yumbo corresponde a la zona seca subxerófica en la parte alta la cual no presenta agricultura, la zona plana que corresponde al corregimiento de Arroyo Hondo está dedicada a la industria y presenta pocas áreas destinadas a la producción agrícola, como es el caso de la zona cercana al río Cauca en donde se encuentran cultivos con alto grado de tecnificación como maracuyá, papaya y tomate en casa malla. En esta zona presta sus servicios la UMATA de Yumbo como parte de la zona plana del municipio.

### 8.1 SELECCIÓN DE CULTIVOS Y CORREGIMIENTOS

En el levantamiento de información primaria en las cuencas (vigencia 2022) se tuvo en cuenta la información de coberturas reportada en la cartografía temática de CVC (actualizada a 2015), esta información se complementó con los reportes de cultivos en las “Evaluaciones Agropecuarias” realizados por la UMATA de Yumbo para el año 2020 (información más reciente disponible en las bases de datos nacionales y disponibles para consulta). Con esta información se localizaron áreas con cultivos en la zona de interés en el cruce cuenca/municipio, así como disponibilidad de los agricultores a permitir el trabajo en sus predios y vía de acceso de fácil tránsito. Finalmente, para el cruce/municipio Cali/Yumbo se seleccionaron los cultivos y cantidad de puntos de levantamiento de información de acuerdo con lo observado en la **Tabla 154**.



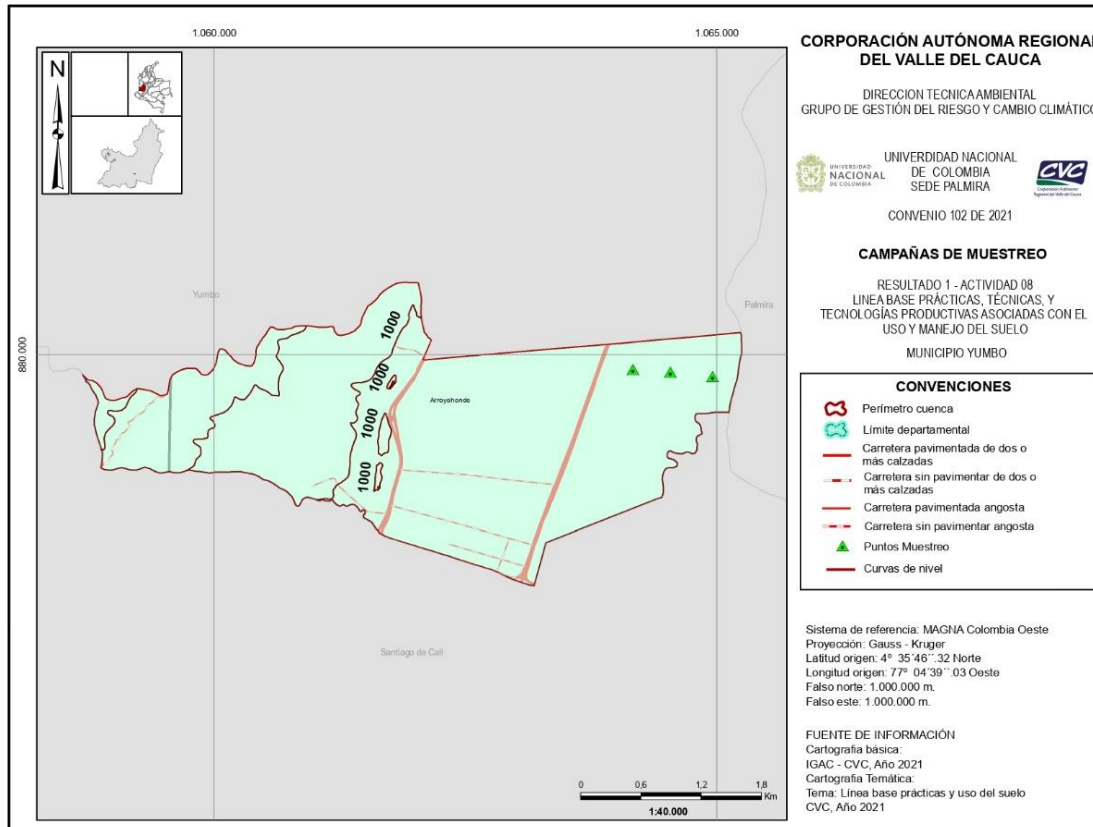
**Tabla 154.** Información de cultivos levantamiento información primaria Cali/Yumbo. Fuente: Elaboración propia.

Cultivo	Corregimiento	Puntos levantamiento información primaria
Papaya	Arroyohondo	1
Maracuyá	Arroyohondo	2
<b>Total</b>		<b>3</b>

Los cultivos y predios que se incluyeron para el levantamiento de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo en la cuenca Cali (municipio Yumbo) se presentan en la **Tabla 155**. Esta información es de gran relevancia para ser presentada a técnicos y profesionales agrícolas, que ofrecen sus servicios en el área, de los cuales se recibió importante apoyo para la preselección de predios. En la **Figura 98** se observa la ubicación de los puntos de levantamiento de información seleccionados.

**Tabla 155.** Datos puntos de levantamiento de información primaria en el cruce cuenca/municipio de Cali/Yumbo. Fuente: Elaboración Propia.

Código	Nombre	Cultivo	Corregimiento	Latitud	Longitud
PCAL01	Jannade Lozada	Papaya	Arroyo Hondo	-76.49290	3.508821
PCALI02	Jannade Lozada	Maracuyá	Arroyo Hondo	-76.49667	3.509213
PCALI03	Jannade Lozada	Maracuyá	Arroyo Hondo	-76.50005	3.509469



**Figura 98.** Ubicación de puntos levantamiento de información primaria incluidos en el estudio cuenca Cali (Yumbo).

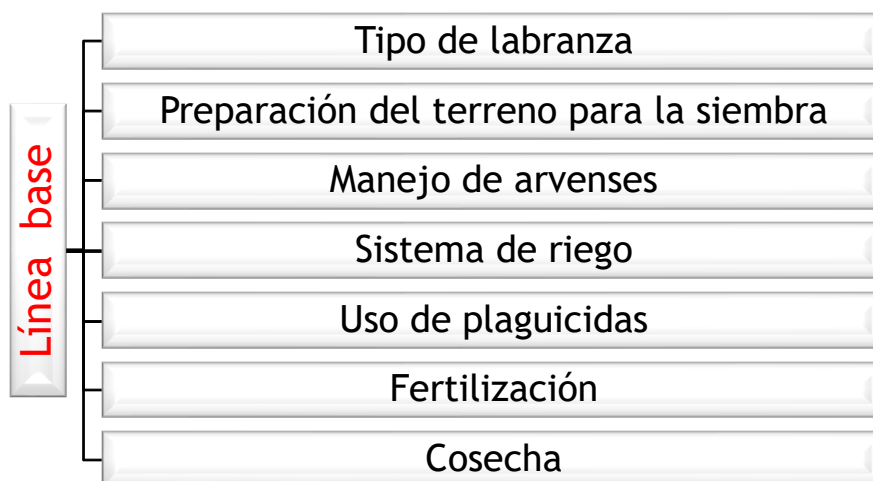
El análisis realizado permitió seleccionar predios representativos de cultivos predominantes en la cuenca Cali (Yumbo). A continuación, se presenta la descripción general de algunos cultivos priorizados.

**Monocultivo tecnificado con varios niveles de mecanización:** Corresponde a la zona de la rivera del río Cauca y el estrecho piedemonte de la cordillera occidental que rodea el casco urbano de Cali, con suelos tipo vertisoles y molisoles en su mayoría. En esta zona se realiza agricultura tecnificada principalmente en cultivos como caña de azúcar, plátano, cacao, cítricos, maracuyá, papaya, invernaderos y casas de malla para la producción de hortalizas, entre otros. Tienen asistencia técnica particular y una gran influencia de los técnicos de las casas comerciales de agroquímicos que continuamente los visitan para ofrecer sus productos y realizar recomendaciones técnicas de manejo basadas en las capacitaciones que reciben de especialistas en las diferentes áreas y en las experiencias de otros productores locales y de otras regiones, pero con un lógico énfasis en los productos y servicios que ofrecen.

- **Maracuyá y Papaya:** Cultivos de la zona plana seca de la cuenca del río Cali y constituyen ejemplos sobre agricultura tecnificada de monocultivo en la cuenca, razón por la cual se seleccionaron con el objetivo de abarcar la forma de producción en la cuenca Cali (Yumbo).

## 8.2 LINEA BASE SOBRE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS EN LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

La elaboración de la línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo de suelos en cultivos de la cuenca Cali, municipio Yumbo, se consolidó a partir de información primaria proveniente de encuestas, entrevistas individuales a técnicos y profesionales agrícolas, y entrevistas a grupos de expertos de la región. El enfoque del análisis se presenta en la **Figura 99**.



**Figura 99.** Enfoque del análisis para la elaboración de la línea base de prácticas agronómicas en cultivos agrícolas.

### 8.2.1 Tipo de labranza

En la cuenca Cali, municipio Yumbo, se presentan solo un tipo de labranza: mecanizada pesada. Como se observa en la **Tabla 156**.

**Tabla 156.** Tipo de labranza en la cuenca Cali (Yumbo).

Tipo de labranza	Arroyo Hondo	Total	Total (%)
Labranza mecánica pesada	3	3	100.00%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100.00%</b>

La labranza mecanizada pesada se realiza principalmente en la zona plana de la ribera del río Cali, en algunos predios en los que se producen cultivos de forma tecnificada, como: maracuyá, papaya y ají tabasco; realizan labranza mecanizada con tractores, rastras y subsolador, hacen varios pases cruzados hasta lograr romper la estructura del suelo, luego construyen camas y ponen cintas de riego por goteo; en ocasiones utilizan acolchados plásticos para cubrir las camas y así manejar las arvenses reduciendo considerablemente el uso de herbicidas (**Figura 100**).



**Figura 100.** Labranza convencional mecanizada cultivo de maracuyá, cuenca Cali (Yumbo).

### 8.2.2. Preparación del terreno para la siembra

Las prácticas de preparación del terreno para la siembra en los cultivos de la cuenca Cali (Yumbo), son cincelado, subsolado y encamado (100%). En la **Tabla 157** se incluyen la clasificación del sistema de siembra por tipo de cultivo y se explica su alcance en los predios evaluados.

**Tabla 157.** Sistema de siembra en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Sistema de Siembra (número de predios)
Papaya	Cincelado, subsolado y encamado (1)
Maracuyá	Cincelado, subsolado y encamado (2)

- **Cincelado, subsolado y encamado:** En los cultivos de maracuyá, papaya y ají tabasco, después de la labranza (cincelado, subsolado, entre otros), se procede a realizar el encamado (sobre el que se siembra el cultivo), a través diversos implementos. Es el caso del predio El Caney, esta labor se realiza utilizando una zanjadora para acumular un alto volumen de suelo sobre las líneas de siembra, posteriormente se pasa una barra niveladora sobre el suelo para conformar la cama. Esta labor se realiza para evitar que los suelos se encharquen en la zona de raíces y provoquen enfermedades o ahogamiento de las plantas (**Figura 101**). Posterior a la labranza en los diferentes cultivos se procede a realizar la siembra.



**Figura 101.** Cultivo de Maracuyá sembrado en camas, cuenca Cali (Yumbo).

### 8.2.3. Manejo de arvenses

El manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Cali (municipio Yumbo), se realiza complementando el manejo manual (guadaña, azadón, machete, entre otras) con el uso de herbicidas (100% de los predios). En la **Tabla 158** se presenta la información obtenida de las prácticas desarrolladas para el manejo de las arvenses en los cultivos por corregimiento.

**Tabla 158.** Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por corregimiento.

Tipo de labranza	Arroyo Hondo	Total	Total (%)
Herbicidas y manual	3	3	100.00%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100.00%</b>

En la **Tabla 159** se menciona el tipo de manejo de las arvenses por cultivo y número de predios que lo realizan. En la zona plana de Arroyo Hondo, en el predio El Caney, se manejan con herbicidas como Paraquat, Glufosinato de Amonio, entre otros.

**Tabla 159.** Tipo de manejo de arvenses en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por cultivo.

Cultivo	Tipo de Labranza (Número de predios)
Papaya	Herbicidas y manual (1)
Maracuyá	Herbicidas y manual (2)

En la **Tabla 160** se presentan los ingredientes activos usados en los predios para el manejo de arvenses; gran parte de los predios no usan ninguno insumo, pero en los que sí, en especial las aromáticas-medicinales, el principal ingrediente activo es Paraquat, seguido de Glifosato y Linuron; el Glifosato también se usa en algunos predios que cultivan café y cítricos.

**Tabla 160.** Ingredientes activos usados para manejo de arvenses en la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Ingredientes activos usados en el manejo de arvenses (Número de predios)
Papaya	Glufosinato de amonio (1), Paraquat (1)
Maracuyá	Glufosinato de amonio (2), Paraquat (2)

Los ingredientes activos mencionados se usan cada uno en un solo insumo en los cultivos de la cuenca Cali (municipio Yumbo).

#### 8.2.4. Sistema de riego

De acuerdo con la información de la **Tabla 161**, el 100,00% de los predios de la cuenca Cali (municipio Yumbo), poseen sistemas de riego por goteo, y lo usan durante las diferentes temporadas, debido a que se encuentran en una franja muy seca y las precipitaciones no suplen los requerimientos hídricos de los cultivos.

**Tabla 161.** Sistema de riego en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por corregimiento.

Sistema Riego	Arroyo Hondo	Total	Total (%)
Goteo	3	3	100.00%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100.00%</b>

En la **Tabla 162** se presenta la información de sistemas de riego por cultivo y por número de predios. La totalidad de los cultivos de la zona plana presentan sistemas de riego por goteo.

**Tabla 162.** Sistema de riego en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Sistema de Riego (Número de predios)
Papaya	Goteo (1)
Maracuyá	Goteo (2)

- **Riego localizado (goteo):** El riego localizado por goteo es el tipo de riego utilizado en los cultivos que hicieron parte del estudio. Es un sistema muy eficiente, requiere una alta inversión inicial que se debe realizar para adquirir las mangueras y goteros, así como los sistemas de filtrado y conducción, además, pueden dificultar algunas labores culturales como el manejo manual de arvenses.

#### 8.2.5. Manejo de Plagas y Enfermedades

En general, el manejo de plagas y enfermedades se realiza mediante el uso de agroquímicos. La baja asistencia técnica especializada que se advirtió durante la encuesta a los agricultores de la región, unido a la inexistencia de certificaciones en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), genera posibles riesgos de contaminación del suelo por plaguicidas. El uso de plaguicidas en cultivos de la cuenca Cali (municipio Yumbo) se realiza mediante bombas estacionarias a través de mangueras dispuestas hasta el lote.

- **Equipos de aspersión estacionaria:** En los cultivos que hicieron parte del estudio se utilizan equipos de fumigación estacionarios, que constan de una instalación donde se

encuentra una bomba fija y la central de mezclas de plaguicidas que son enviados por tuberías a cada uno de los lotes de cultivo, allí se tienen hidrantes donde se acoplan mangueras de fumigación por cada empleado.

En la **Tabla 163** se presentan los datos de gestión de plagas en el cruce Cali/Yumbo; en el 100% de los predios se realiza control químico.

**Tabla 163.** Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por corregimiento.

Gestión Plagas	Arroyo Hondo	Total	Total (%)
Control químico	3	3	100.00%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>100.00%</b>

En la **Tabla 164** se presenta la gestión de plagas por cultivo y por número de predios; en el cultivo de café en general no se aplica ningún insumo para el manejo de las plagas; mientras que en los cultivos de zona plana (soya, maíz, ají) y la zona alta (papa criolla y fresa) se realiza principalmente un manejo con agroquímicos.

**Tabla 164.** Gestión de plagas en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo) por cultivos.

Cultivo	Gestión de Plagas (Número de predios)
Papaya	Control químico (1)
Maracuyá	Control químico (2)

En la **Tabla 165** se presentan los ingredientes activos usados por cultivo y el número de predios que lo utilizan. Independientemente del cultivo, el ingrediente activo que se presentó en más predios fue Deltamethrin+Thiacloprid (11 predios), seguido de la Cipermetrina (10 predios), y del Clorpirifos (9 predios); sin embargo, en la mayor parte de predios no se usó ningún tipo de insumo para el manejo de insectos (24 predios, en su mayor parte cultivan café).

**Tabla 165.** Ingredientes activos insecticidas usados en la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Ingredientes Activos (Número de predios)
Papaya	Clorpirifos (1), Cipermetrina (1), Malation (1)
Maracuyá	Clorpirifos (2), Cipermetrina (2), Malation (1)

**Persistencia en el suelo:** El concepto es a menudo relacionado con el tiempo de permanencia de una sustancia química en el ambiente. A mayor tiempo de permanencia, mayor es la persistencia. La vida media ( $DT_{50}$ ) de la sustancia es una medida de su persistencia. La vida media o  $DT_{50}$  de un plaguicida es el tiempo requerido (en días) para convertir el 50% de éste en otra(s) sustancia(s), en cualquiera de las matrices o compartimentos ambientales (agua, aire, suelo, biota). Los datos generados a nivel de condiciones tropicales, donde es probable que la persistencia de los plaguicidas sea menor, son escasos. La información que se mencione al respecto en este documento hace referencia principalmente a la  $DT_{50}$  de suelos aeróbicos a un pH de 7,0, sin embargo, existen algunos rangos de  $DT_{50}$  con valores muy amplios (British Crop Protection Council, 2003) (FOOTPRINT, 2006) (Hansen, O.C., 2004) (FAO, Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia, 2000) (Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton, G.A., & Cairns, J., 2003)

(USGS, 2010). La clasificación usada para la persistencia en los suelos se presenta en la **Tabla 166**.

**Tabla 166.** Clasificación de la persistencia en el suelo.

Clase	DT <sub>50</sub> (días)
Extrema	>120
Alta	60-120
Mediana	30-60
Ligera	15-30
No Persistente	<15

Fuente: (IRET, 2022).

En la **Tabla 167** se presenta el listado de los ingredientes activos de insecticidas que reportaron los agricultores. El ingrediente activo más utilizado es Clorpirifos, con una permanencia Extrema a No Permanente en el suelo (es decir, entre menos de 15 días y hasta más de 120 días).

**Tabla 167.** Ingredientes activos de los insecticidas utilizados en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).

Ingrediente Activo	Número de insumos que lo contienen	Categoría Toxicológica	Persistencia en el suelo
Clorpirifos	1	III-II	Extrema a No Persistente
Cipermetrina	1	II-III	Alta a Mediana
Malation	1	III-II	Extrema

Por otro lado, en la **Tabla 168**, se presentan los ingredientes activos de los fungicidas utilizados en el cruce Cali/Yumbo. El ingrediente activo que usado en todos los puntos muestreados fue el Mancozeb.

**Tabla 168.** Ingredientes activos fungicidas usados en la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Fungicidas Usados (Número de predios)
Papaya	Mancozeb (1)
Maracuyá	Mancozeb (2)

En la **Tabla 169** se muestra la persistencia en el suelo de los fungicidas utilizados, el Mancozeb que es el único ingrediente activo usado es No Persistente (es decir, continua en el suelo por menos de 15 días).

**Tabla 169.** Ingredientes activos de los fungicidas utilizados en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo). Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de las encuestas y (UNA, 2022).

Ingrediente Activo	Número de insumos que lo contienen	Categoría Toxicológica	Persistencia en el suelo
Mancozeb	3	III-II	No persistente



Con relación al número de aplicación en los diferentes cultivos, en la **Tabla 170**, se destacan las diferencias en la intensidad de aplicación de los plaguicidas agrícolas en cada cultivo evaluado y el número de predios que lo realizan de esa manera. La mayor frecuencia de aplicación se realiza en los cultivos de lulo, papa criolla, mora, tomate de árbol y fresa, que reportan aplicaciones hasta de cuatro veces por mes (o superiores). Los cultivos que presentan una periodicidad de aplicación más baja son café, plátano y aguacate, debido a que probablemente no se encuentran problemas fitosanitarios muy agresivos con la producción del cultivo o las labores culturales logran ejercer la presión suficiente sobre las poblaciones plaga como para evitar el uso de insumos.

**Tabla 170.** Periodicidad aplicación de plaguicidas en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Periodicidad Uso de Plaguicidas (Número de predios)
Papaya	1 vez por mes (1)
Maracuyá	2 veces por mes (2)

#### 8.2.6. Fertilización

En el proceso de fertilización se utilizan fertilizantes de síntesis química, compuestos o mezclas, materia orgánica y fertilizantes líquidos (de forma foliar o al suelo). Para las aplicaciones líquidas usan insumos que ya vienen preparados de esa manera o fertilizantes solubles e insolubles, lo que afecta la eficiencia de la fertilización y exige una continua mezcla en el tanque de dilución. En la zona plana se usa la maquina estacionaria para aplicar fertilizantes disueltos en agua con mangueras en cada lote.

En la **Tabla 171**, se presenta rangos de aplicación de materia orgánica en los predios que hicieron parte del estudio; se observa que en el 33,33% de los predios aplican entre 10 y 5 Ton/ha de materia orgánica, en el 66,66% se aplica entre 3 y 1 Ton/ha.

**Tabla 171.** Aplicación de materia orgánica en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Aplicación Materia Orgánica (Número de predios)
Papaya	Entre 10 y 5 Ton/ha (1)
Maracuyá	Entre 3 y 1 Ton/ha (2)

En la **Tabla 172** se menciona el tipo de materia orgánica que se aplica en los cultivos estudiados y el número de predios. En el 100% de los predios se aplica gallinaza como fuente de materia orgánica.

**Tabla 172.** Tipo de materia orgánica aplicada en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Tipo de Materia Orgánica Aplicada (Número de predios)
Papaya	Gallinaza (1)
Maracuyá	Gallinaza (2)

En la **Tabla 173** se presenta el tipo de fertilización por cultivo; en el 100% de los predios se usa fertilización de síntesis química.

**Tabla 173.** Tipo de fertilización aplicada en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Tipo de Fertilización (Número de predios)
Papaya	Síntesis química (1)
Maracuyá	Síntesis química (2)

En la **Tabla 174** se presentan los principales fertilizantes utilizados por cultivo y el número de predios en los que se aplican estos; solo en los cultivos café y mora la Urea es más utilizada que fertilizantes compuestos, en el resto de los cultivos, estos últimos presentan preferencia de uso, destacan el DAP y aquellos relacionados con la fase de producción.

**Tabla 174.** Fertilizantes aplicados en cultivos de la cuenca Cali (Yumbo).

Cultivo	Fertilizantes Usados (Número de predios)
Papaya	Urea (1), DAP (1), 15-15-15 (1), 10-30-10 (1), 18-18-18 (1)
Maracuyá	Urea (2), DAP (2), 15-15-15 (2), 10-30-10 (2), 18-18-18 (2)

En la **Tabla 175**, se incluyen las formas de fertilización (sólida y líquida) en cada uno de los predios y cultivos incluidos en este estudio. Se observa que en el 100% de los predios se realiza de forma manual la fertilización sólida, que se hace directamente sobre el suelo (es decir, edáfica), aunque esta no es practicada comúnmente. En cuanto a la fertilización líquida (que puede ser edáfica o foliar), solo el 100% de los predios la realizan, y es la forma más utilizada de fertilización en el cruce Cali/Yumbo, a través de bombas estacionarias, lo cual es mucho más eficiente (menor tiempo de aplicación) y por tanto menor uso de mano de obra en esta actividad.

**Tabla 175.** Forma de fertilización en los predios seleccionados de la cuenca Cali (Yumbo)

Cultivo	Sólida (Número de predios)	Líquida (Número de predios)
Papaya	Manual (1)	Estacionaria (1)
Maracuyá	Manual (2)	Estacionaria (2)

### 8.2.7. Cosecha

En la zona prevalecen las prácticas manuales de cosecha, en el 100% de los predios que hicieron parte de la evaluación. La cosecha manual requiere un alto uso de mano de obra para llevar a cabo esta labor, en muchas ocasiones trabajadores con conocimiento en el cultivo para evitar la cosecha prematura. La cosecha se hace de forma manual en cada surco y se lleva a la carretera en canastillas plásticas donde es recogida para el transporte hasta el lugar de comercialización.

### 8.2.8. Acompañamiento técnico de la producción

En la cuenca Cali (municipio Yumbo), el acompañamiento técnico y/o profesional para las actividades productivas agropecuarias no es la norma, se desarrolla en ocasiones por casas comercializadoras de agroquímicos, que no realizan visitas muy a menudo, por lo que la mayor parte del tiempo se recurre a la experiencia y el conocimiento empírico de los agricultores. De acuerdo con la información recolectada en campo, no se hace uso de certificaciones de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), lo que advierte del bajo control que

puede hacerse a los cultivos, principalmente en el área de inocuidad, calidad y manejo ambiental.

De acuerdo con la información obtenida en campo, resumida en la **Tabla 176**, el 100% de los predios solo cuenta con asistencia técnica, no poseen análisis de suelos o aguas.

**Tabla 176.** Nivel técnico de la producción de los predios de la cuenca Cali (Yumbo)

Cultivo	Nivel Técnico de la Producción (Número de predios)
Papaya	Asistencia técnica (1)
Maracuyá	Asistencia técnica (2)

Por lo anterior, no se generan registros de las prácticas e insumos aplicados en los cultivos y se dificulta establecer la calidad de estos y su efecto sobre el suelo. Este sistema de control técnico y administrativo que desarrolla en todo el país el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), tiene como objetivo asegurar la calidad de los productos cosechados en el campo y que lleguen a los consumidores. Las BPA tienen tres pilares fundamentales, que van desde asegurar la inocuidad del producto para el consumidor, asegurar la salud de los trabajadores en el cultivo y evitar impactos de las prácticas, técnicas y tecnologías del cultivo sobre el ambiente, incluido el suelo.

Esta situación ocasiona inconvenientes en el seguimiento y control (trazabilidad) de los insumos empleados, y que se relacionan con las dosis aplicadas de fertilizantes y agroquímicos al suelo y a los cultivos, manejo de residuos, inocuidad de los alimentos producidos, salud de los trabajadores, entre otros. Lo que finalmente repercute en el bajo nivel de control sobre los impactos generados al suelo y en incentivar la implementación de prácticas agrícolas que lo conserven.

### 8.2.9. Resumen de prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo

En la **Tabla 177** se presenta el resumen de las prácticas agronómicas asociadas con el manejo y uso del suelo para los cultivos agrícolas priorizados en la cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 177.** Resumen prácticas agronómicas zona plana y ligeramente onduladas: monocultivo tecnificado con varios niveles de mecanización (plátano, cacao, cítricos, maracuyá, papaya, producción de hortalizas en invernaderos y casas de malla), cuenca Cali (Yumbo).

Práctica	Descripción
Labranza y preparación del terreno	Se realiza mecanizada con tractores desde 60 a 120 C.V., se hace el descepado con rastra pesada y se procede a realizar un subsolado profundo que regularmente alcanza los 60 a 80 cm de profundidad ya que estos suelos tienen tendencia al encharcamiento dada su baja velocidad de infiltración por el tipo de arcillas expandibles que poseen y la presencia excesiva de magnesio en algunas áreas de la zona. La preparación del terreno depende del cultivo a establecer, se hacen drenajes superficiales en cultivos como plátano y cacao

Práctica	Descripción
	y/o camas elevadas o camellones con o sin plástico en cultivos de maracuyá, papaya, tomate y pimentón.
Manejo de arvenses	En general, se realiza control químico de acuerdo con el tipo de arvense existente y a la decisión del asistente técnico con la influencia de las casas comerciales, el criterio es eliminar la competencia hasta que el cultivo se establezca y después hacer controles en la época de lluvias. Se usa una amplia gama de productos entre los que se encuentran los pre-emergentes, herbicidas de contacto y sistémicos conforme a la situación de las arvenses y el cultivo.
Riego	Se realiza con diferentes métodos entre los que se encuentra el goteo y aspersión.
Uso de plaguicidas	Se realiza con tractor con tanques de 250 litros o con equipos motorizados estacionarios de aplicación manual, algunos tienen fumigadoras acopladas al tractor de 250 litros.
Fertilización	La aplicación de fertilizantes se realiza a través de las bombas motorizadas en “drench” con aplicación manual.
Cosecha	Se hace en forma manual, pero se usa el tractor para recoger la cosecha y transportarla hasta el centro de acopio.

### 8.2.10. Relación entre las prácticas realizadas y la capacidad de uso

En la **Tabla 178** se mencionan las principales limitaciones y usos recomendados para los suelos en los que se encuentran los predios y cultivos que hicieron parte de la evaluación.

**Tabla 178.** Principales limitaciones y usos recomendados suelos cuenca Cali (Yumbo).

UCS	Principales Limitaciones	Recomendaciones de Uso
AMai	El limitante de uso y manejo de estas tierras son las inundaciones de frecuente ocurrencia (una a dos por año).	Los usos recomendados son los cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla o melón y la ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, pangola o yaraguá. Las prácticas de manejo consisten en construir jarillones para controlar las inundaciones, aplicar riego por goteo con aguas de buena calidad, realizar labranza mínima y fertilizar según el tipo específico de utilización.
GLar	Los limitantes de uso y manejo de estas tierras son el drenaje natural imperfecto y las texturas finas.	Los usos recomendados son los cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y la ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como estrella o kudzú. Las prácticas de manejo consisten en realizar labores de preparación, siembra y cosecha en adecuados estados de humedad del suelo, mantener el drenaje artificial, aplicar riego por aspersión con aguas de buena calidad y fertilizar según el tipo específico de utilización.

En la **Tabla 179** se presentan las principales características de los predios que hicieron parte del estudio, enfocadas en la capacidad de uso (UCS), provincia de humedad y orden de suelo. En cuanto a la UCS, en los puntos seleccionados predomina la unidad GLar con 66,66%, seguida de AMai con el 33,33% de los predios.

**Tabla 179.** Principales características puntos levantamiento información primaria en Cali (Yumbo). Fuente: Elaboración Propia.

Código	Corregimiento	Cultivo	UCS	Provincia de Humedad	Orden de Suelo
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	AMai	Seca	Vertisol
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	GLar	Seca	Vertisol
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	GLar	Seca	Vertisol

En este sentido, considerando la información de la clase de tierras, las limitaciones, usos recomendados y los cultivos establecidos actualmente, se generó la **Tabla 180**, en la cual se observa una calificación sobre la compatibilidad del uso recomendado para cada área en la que se encuentran los predios que hicieron parte del estudio y el uso actual, el cual se dividió en tres: a) Acorde: para aquellos predios en que su uso recomendado y actual son similares o compatibles; b) Parcialmente acorde: para aquellos predios en que el uso actual abarca algunas pero no todas las consideraciones del uso recomendado; y c) Poco acorde: para aquellos predios en los que el uso actual se aleja lo suficiente del uso recomendado. En este sentido, los predios evaluados en el cruce Cali/Yumbo, presentaron en un 100% una calificación de “Acorde”.

**Tabla 180.** Calificación uso recomendado Vs actual en los puntos levantamiento información primaria en Tuluá (Tuluá). Fuente: Elaboración Propia.

Código	UCS	Uso recomendado	Uso Actual	Uso Recomendado Vs Actual
PCAL01	AMai	Cultivos de soya, ajonjolí, frijol, maní, patilla o melón y la ganadería semi-intensiva con pasto de corte como elefante, pangola o yaraguá.	Papaya	Acorde
PCAL02	GLar	Cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y la ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como estrella o kudzú.	Maracuyá	Acorde
PCAL03	GLar	Cultivos de caña de azúcar, sorgo o algodón y la ganadería intensiva o semi-intensiva con pasto de pastoreo o de corte como estrella o kudzú.	Maracuyá	Acorde

En este sentido, en los predios calificados como “Acorde” es importante realizar monitoreos periódicos e implementar inversiones que permitan que el agroecosistema se mantenga dentro de los parámetros estipulados para el correcto manejo del suelo, aunque estas inversiones en todo caso serán menores que en predios que presenten una mayor discrepancia entre el uso recomendado y el actual.

### 8.3 CAMPAÑA DE MUESTREO DE SUELOS Y AGUAS CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO

En los predios priorizados (cultivos) en la cuenca Cali (municipio Yumbo), se adelantaron campañas de levantamiento de información primaria, entre las que se incluyó muestreo de

suelos, con el fin de establecer las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas, se obtuvieron 3 muestras de suelo disturbado y 3 muestras de suelo no disturbado (cilindro biselado) para análisis físico; se tomó una muestra de agua para análisis químico (**Tabla 181**). El 100% de la información se obtuvo en el corregimiento de Arroyo Hondo. Por otro lado, los cultivos en los que se tomó la información fue maracuyá en 66,66% y papaya en un 33,33%.

**Tabla 181.** Puntos levantamiento información primaria en el cruce cuenca/municipio de Cali/Yumbo. Fuente: Elaboración Propia.

Código	Corregimiento	Cultivo	Latitud	Longitud	Muestra de Agua
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	-76.49290	3.508821	NO
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	-76.49667	3.509213	Sí
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	-76.50005	3.509469	NO

En la **Figura 102** se presentan algunas fotografías de diferentes momentos durante el levantamiento de información primaria en el cruce Cali/Yumbo.



**Figura 102.** Levantamiento información primaria cruce Cali/Yumbo.

## 8.4 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO EN LA CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO

### 8.4.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

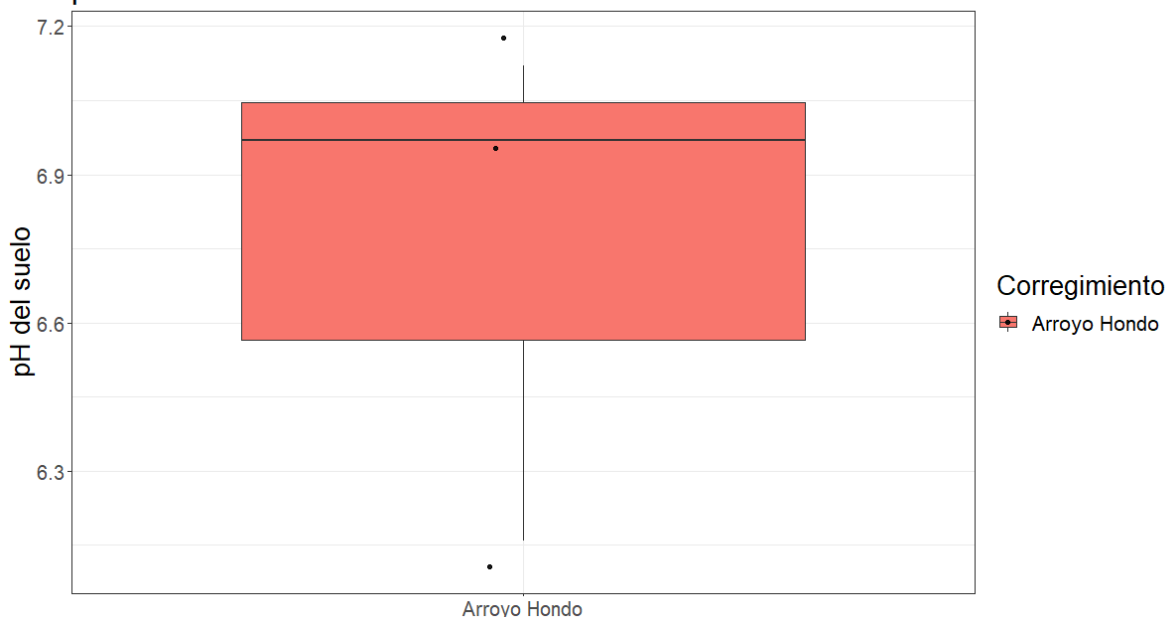
En la **Tabla 182** se observan los resultados del análisis de suelo para la variable pH y su interpretación; en el 66,67% de los predios se presentó un pH Neutro (6,5-7,3), mientras que el restante 33,33% presentó un pH Ligeramente Ácido (6,0-6,5).

**Tabla 182.** pH e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	pH	Interpretación pH
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	6.97	Neutro
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	7.12	Neutro
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	6.16	Ligeramente ácido

En la **Figura 103** se presenta el pH de forma general en la cuenca Cali (municipio Yumbo), y en la **Tabla 183** se muestran algunas estadísticas descriptivas; destaca la que la media fue un pH de 6,75, donde el valor mínimo fue de 6,16 y el máximo de 7,12.

pH del suelo en el cruce Cali/Yumbo



**Figura 103.** Potencial de Hidrogeno (pH), en los predios evaluados, cuenca Tuluá (Tuluá).

**Tabla 183.** pH del suelo en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

pH del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
6.16	7.12	6.75	6.97	0.52

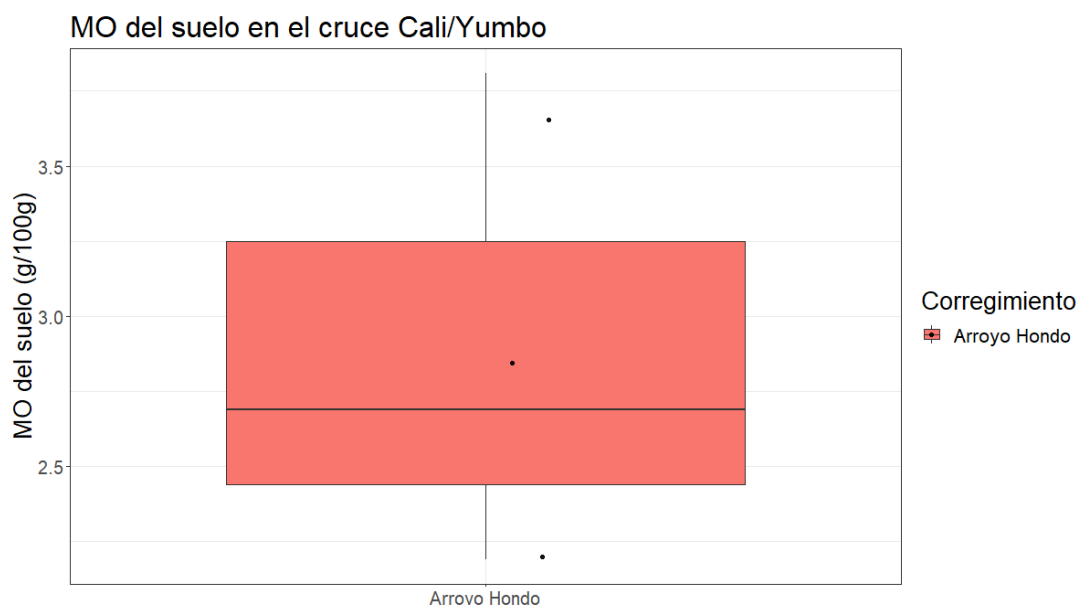
#### 8.4.2. Materia Orgánica del suelo (MO)

En la **Tabla 184** se presentan los resultados de la materia orgánica del suelo (MO) y su interpretación; en el 66,67% de los predios se obtuvieron contenidos Bajos de MO (<3 g/100g), el restante 33,33% de los predios presentaron contenidos Medios de MO (3-5 g/100g).

**Tabla 184.** MO e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	MO (g/100g)	Interpretación MO
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	2.19	Baja
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	2.69	Baja
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	3.81	Media

En la **Figura 104** se muestran los contenidos de MO de manera general en la cuenca Cali (Yumbo), de acuerdo con los predios evaluados. En la **Tabla 185** se muestran algunas estadísticas descriptivas; destaca que la media fue de 2,90 g/100g, el valor mínimo fue de 2,19 g/100g y el máximo de 3,81 g/100g.



**Figura 104.** Materia Orgánica (MO), en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 185.** MO del suelo en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

MO (g/100g) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
2.19	3.81	2.90	2.69	0.83



### 8.4.3. Bases Intercambiables del Suelo (Ca, Mg y K) y CICE

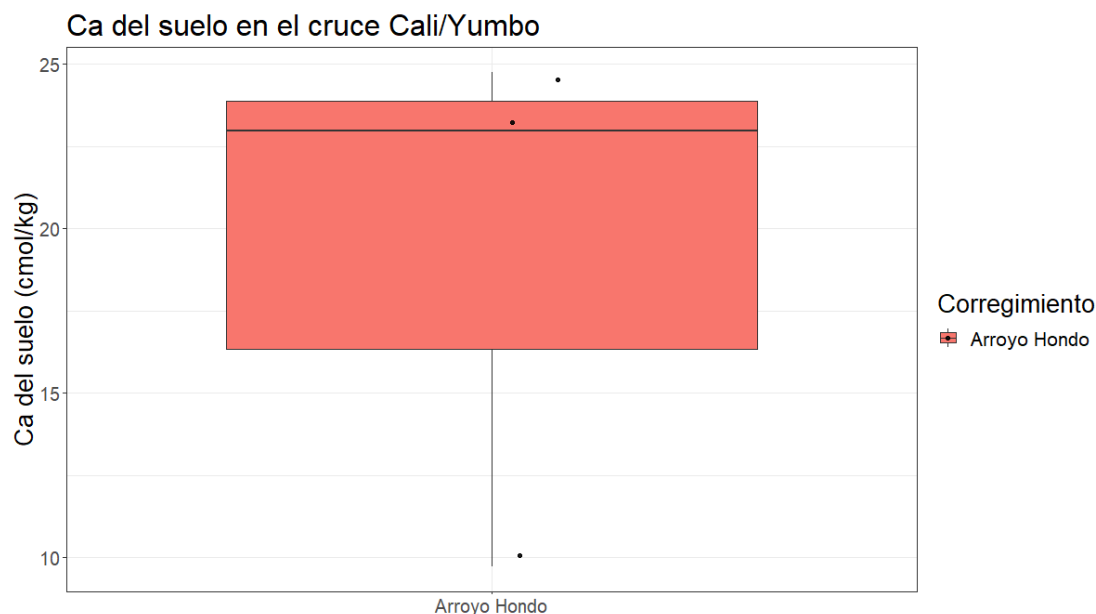
- **Calcio (Ca).**

En la **Tabla 186** se muestran los contenidos de Calcio obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron Altos contenidos de Ca (>6 cmol/kg).

**Tabla 186.** Contenidos de Ca e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Calcio (cmol/kg)	Interpretación Ca
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	22.97	Alto
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	24.76	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	9.73	Alto

En la **Figura 105** se muestra de manera generalizada los contenidos de Ca, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 187** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 19,15 cmol/kg, con un mínimo de 9,73 cmol/kg y un máximo de 24,76 cmol/kg.



**Figura 105.** Contenidos de Calcio (Ca), en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 187.** Contenidos de Ca en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Ca (cmol/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
9.73	24.76	19.15	22.97	8.21

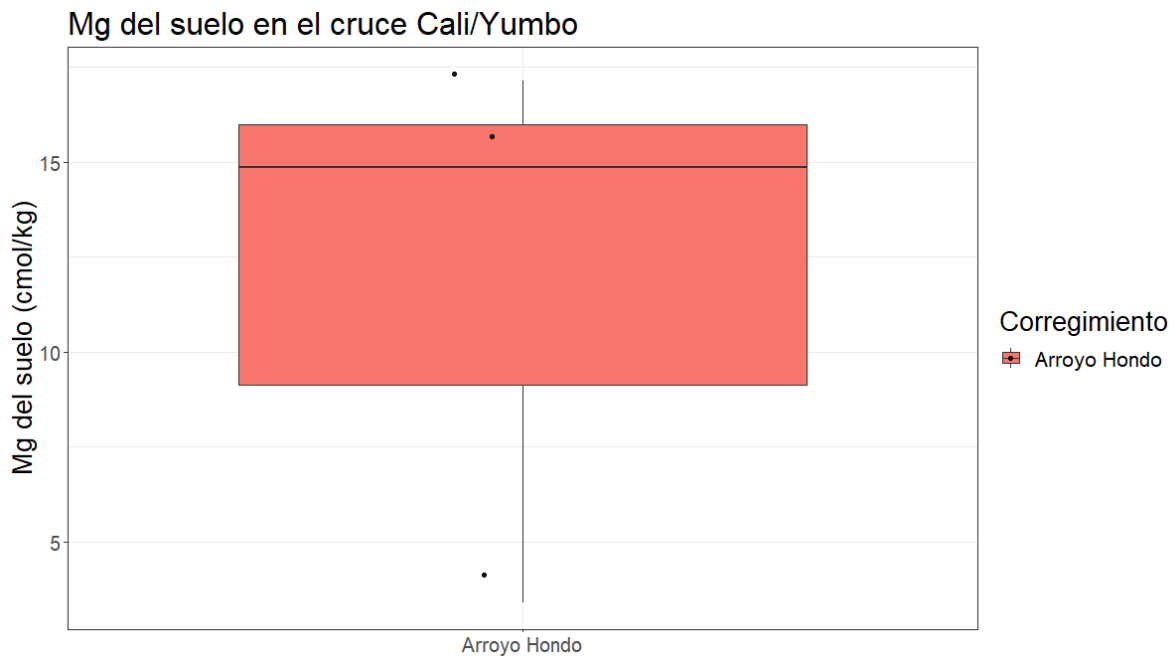
- **Magnesio (Mg).**

En la **Tabla 188** se muestran los contenidos de Mg obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron Altos contenidos de Mg (>2,5 cmol/kg).

**Tabla 188.** Contenidos de Mg e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Magnesio (cmol/kg)	Interpretación Mg
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	14.86	Alto
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	17.13	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	3.39	Alto

En la **Figura 106** se muestra de manera generalizada los contenidos de Mg, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 189** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 11,79 cmol/kg, con un mínimo de 3,39 cmol/kg y un máximo de 17,13 cmol/kg.



**Figura 106.** Contenidos de Mg en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 189.** Contenidos de Mg en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Mg (cmol/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
3.39	17.13	11.79	14.86	7.37

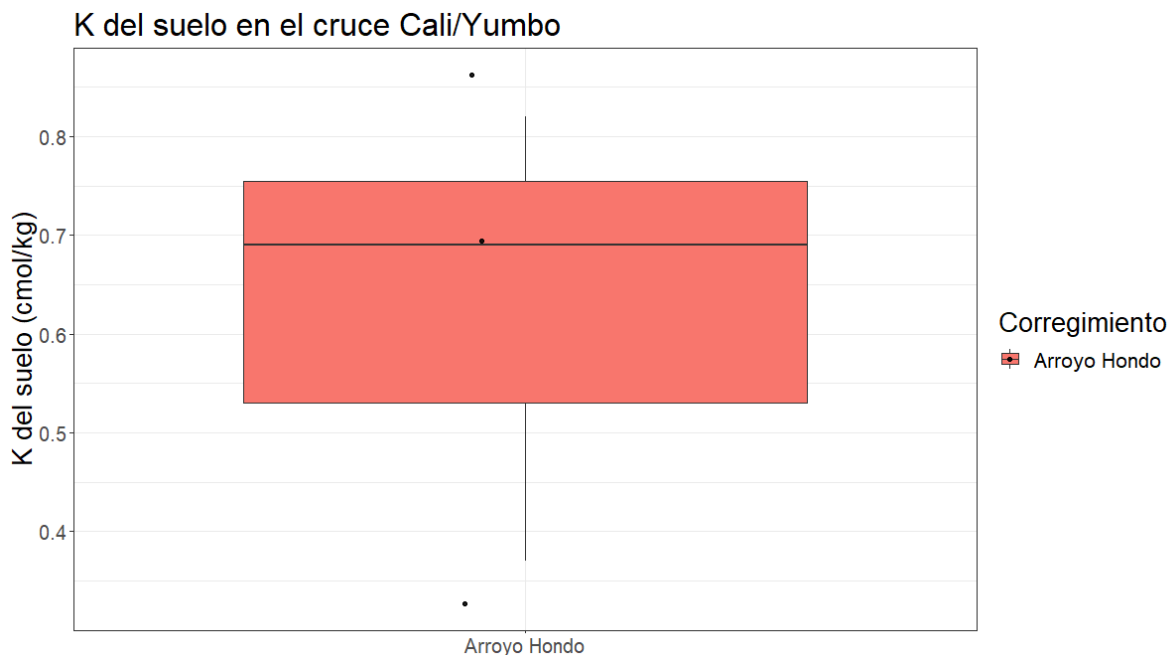
- **Potasio (K).**

En la **Tabla 190** se muestran los contenidos de K obtenidos en los predios evaluados y su interpretación; en el 66,67% de los predios se presentaron Altos contenidos de K (>0,40 cmol/kg), mientras que en el 33,33% de los predios los contenidos fueron Medios (0,20-0,40 cmol/kg).

**Tabla 190.** Contenidos de K e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Potasio (cmol/kg)	Interpretación K
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	0.37	Medio
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	0.82	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	0.69	Alto

En la **Figura 107** se muestra de manera generalizada los contenidos de K, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 191** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,63 cmol/kg, con un mínimo de 0,37 cmol/kg y un máximo de 0,82 cmol/kg.



**Figura 107.** Contenidos de K en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 191.** Contenidos de K en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

K (cmol/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.37	0.82	0.63	0.69	0.23

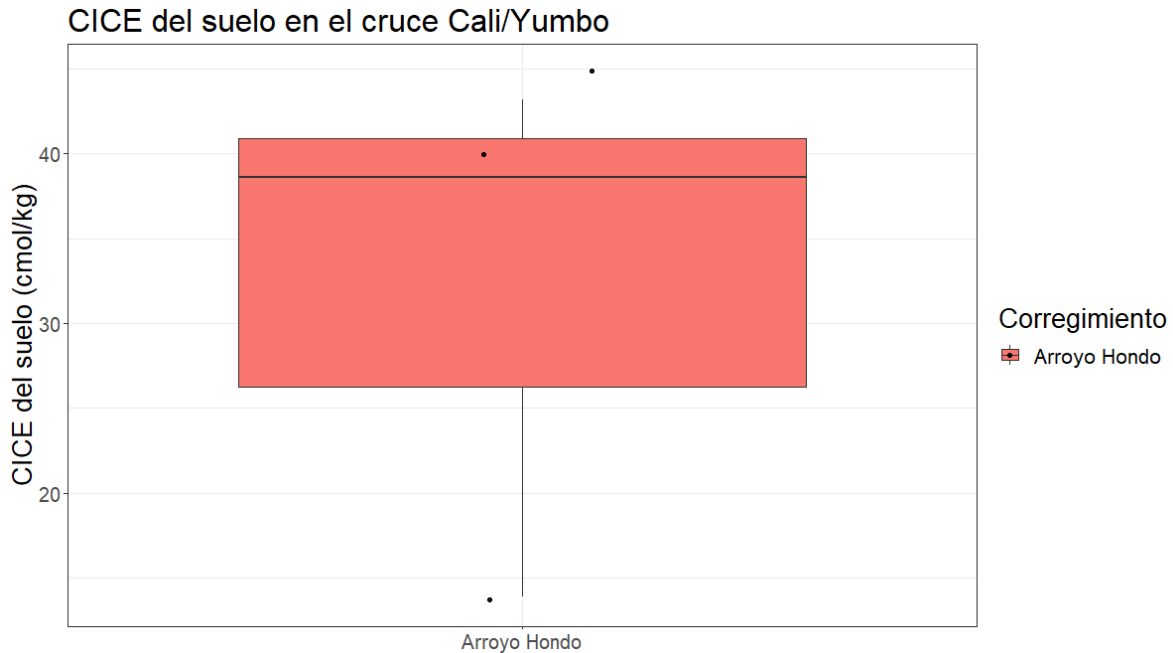
- **Capacidad de Intercambio Catiónico (CICE).**

En la **Tabla 192** se muestran la CICE obtenida en los predios evaluados y su interpretación; en el 66,67% de los predios se presentaron valores Altos (>20 cmol/kg), mientras que en el restante 33,33% de los predios los valores fueron Medios (10-20 cmol/kg).

**Tabla 192.** CICE e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	CICE (cmol/kg)	Interpretación CICE
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	38.64	Alto
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	43.18	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	13.92	Medio

En la **Figura 108** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los valores de CICE, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 193** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 31,91 cmol/kg, con un mínimo de 13,92 cmol/kg y un máximo de 43,18 cmol/kg.



**Figura 108.** CICE en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 193.** CICE en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

CICE (cmol/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
13.92	43.18	31.91	38.64	15.75

#### 8.4.4. Elementos Menores y Fósforo (P)

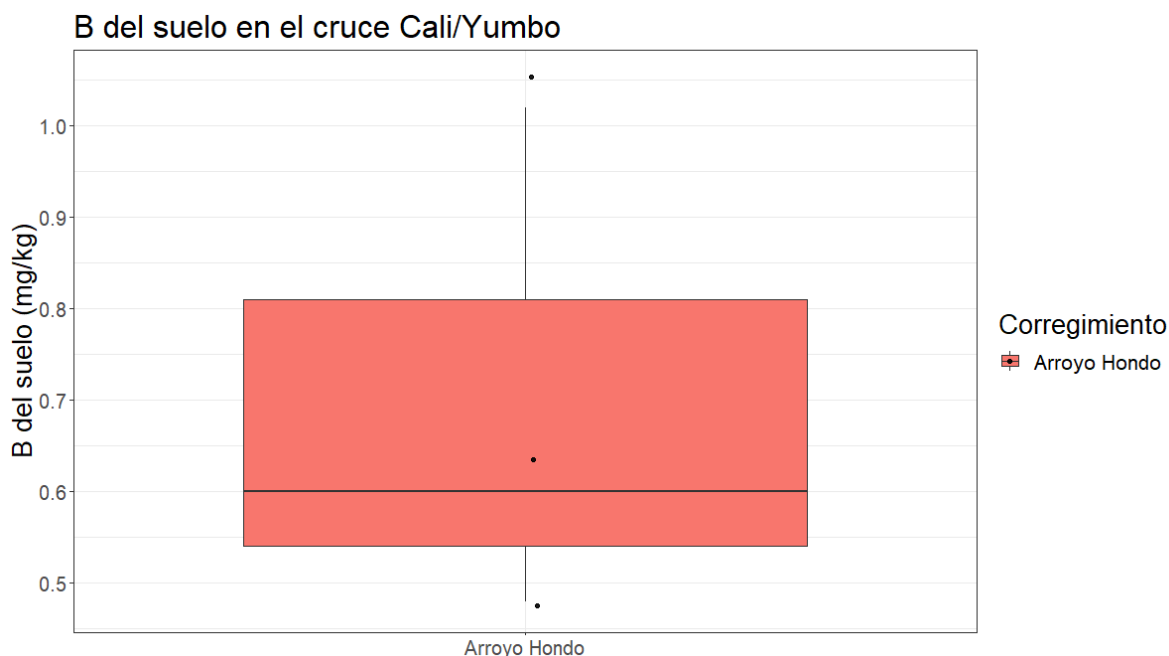
- **Boro (B).**

En la **Tabla 194** se muestran los resultados de los contenidos de B en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron contenidos Altos contenidos de B (>0,40 mg/kg).

**Tabla 194.** Contenidos de B e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Boro (mg/kg)	Interpretación B
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	0.6	Alto
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	1.02	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	0.48	Alto

En la **Figura 109** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los contenidos de B, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 195** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,70 mg/kg, con un mínimo de 0,48 mg/kg y un máximo de 1,02 mg/kg.



**Figura 109.** Contenidos de B en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 195.** Contenidos de B en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

B (mg/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.48	1.02	0.70	0.60	0.28

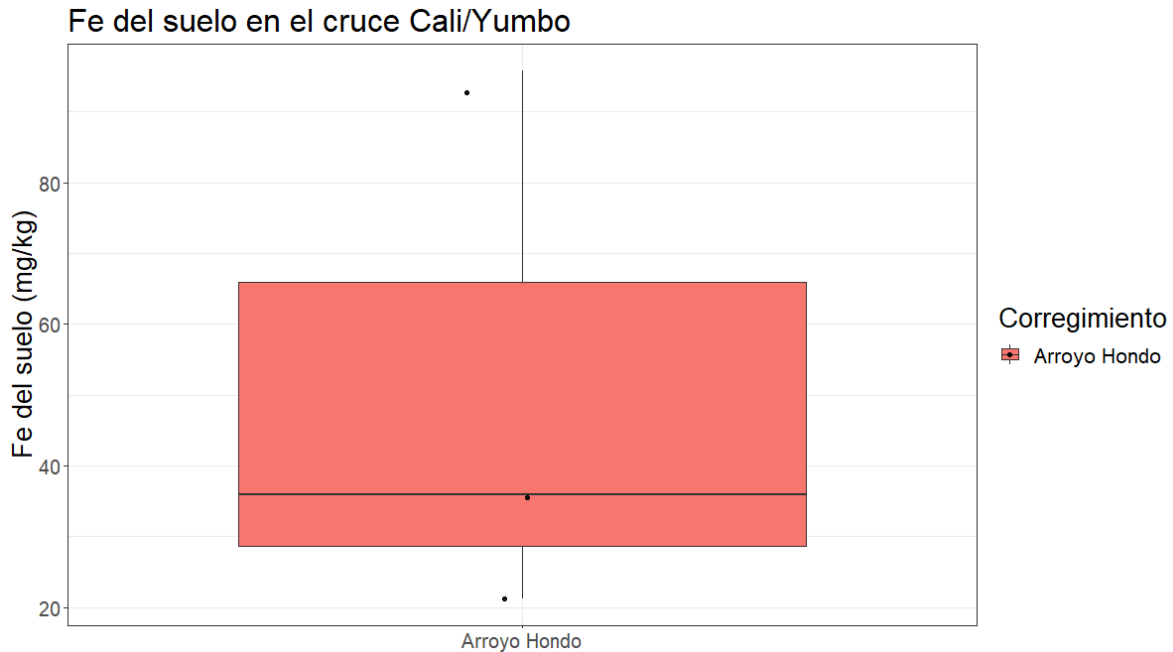
- **Hierro (Fe).**

En la **Tabla 196** se muestran los resultados de los contenidos de Fe en los predios evaluados y su interpretación; contenidos Altos, Medios y Bajos se presentaron cada uno en el 33,33% de los predios (>50,00, 25,00-50,00 y <25,00 mg/kg, respectivamente).

**Tabla 196.** Contenidos de Fe e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Hierro (mg/kg)	Interpretación Fe
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	36.01	Medio
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	21.23	Bajo
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	95.8	Alto

En la **Figura 110** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los contenidos de Fe, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 197** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 51,01 mg/kg, con un mínimo de 21,23 mg/kg y un máximo de 95,80 mg/kg.



**Figura 110.** Contenidos de Fe en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 197.** Contenidos de Fe en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Fe (mg/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
21.23	95.80	51.01	36.01	39.48

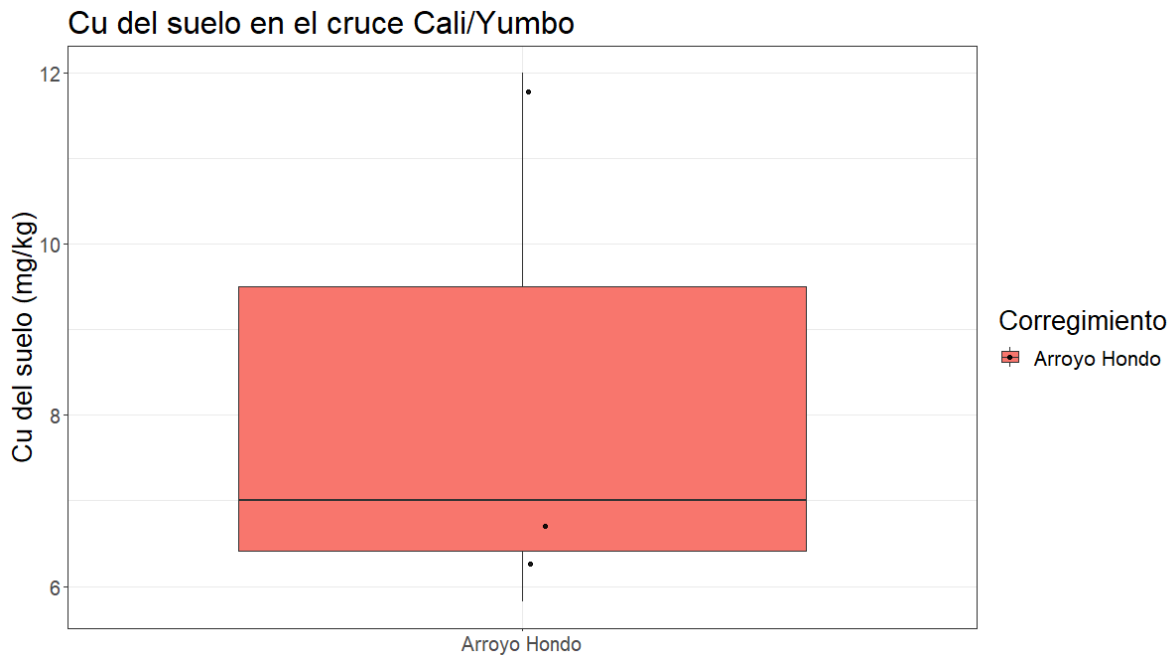
- **Cobre (Cu).**

En la **Tabla 198** se muestran los resultados de los contenidos de Cu en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron contenidos Altos de Cu (>3,00 mg/kg).

**Tabla 198.** Contenidos de Cu e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Cobre (mg/kg)	Interpretación Cu
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	12.00	Alto
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	7.01	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	5.82	Alto

En la **Figura 111** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los contenidos de Cu, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 199** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 8,28 mg/kg, con un mínimo de 5,82 mg/kg y un máximo de 12,00 mg/kg.



**Figura 111.** Contenidos de Cu en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 199.** Contenidos de Cu en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Cu (mg/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
5.82	12.00	8.28	7.01	3.28

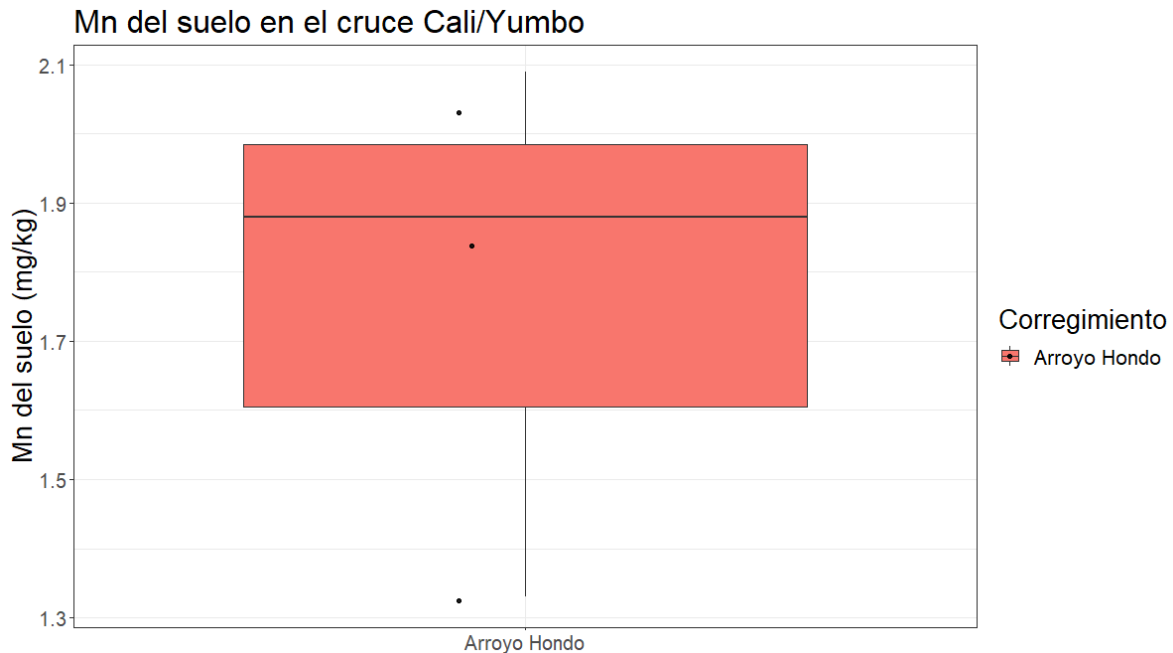
- **Manganeso (Mn).**

En la **Tabla 200** se muestran los resultados de los contenidos de Mn en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron contenidos Bajos de Mn (<5,00 mg/kg).

**Tabla 200.** Contenidos de Mn e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Manganeso (mg/kg)	Interpretación Mn
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	1.88	Bajo
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	1.33	Bajo
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	2.09	Bajo

En la **Figura 112** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los contenidos de Mn, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 201** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 1,77 mg/kg, con un mínimo de 1,33 mg/kg y un máximo de 2,09 mg/kg.



**Figura 112.** Contenidos de Mn en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 201.** Contenidos de Mn en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Mn (mg/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.33	2.09	1.77	1.88	0.39



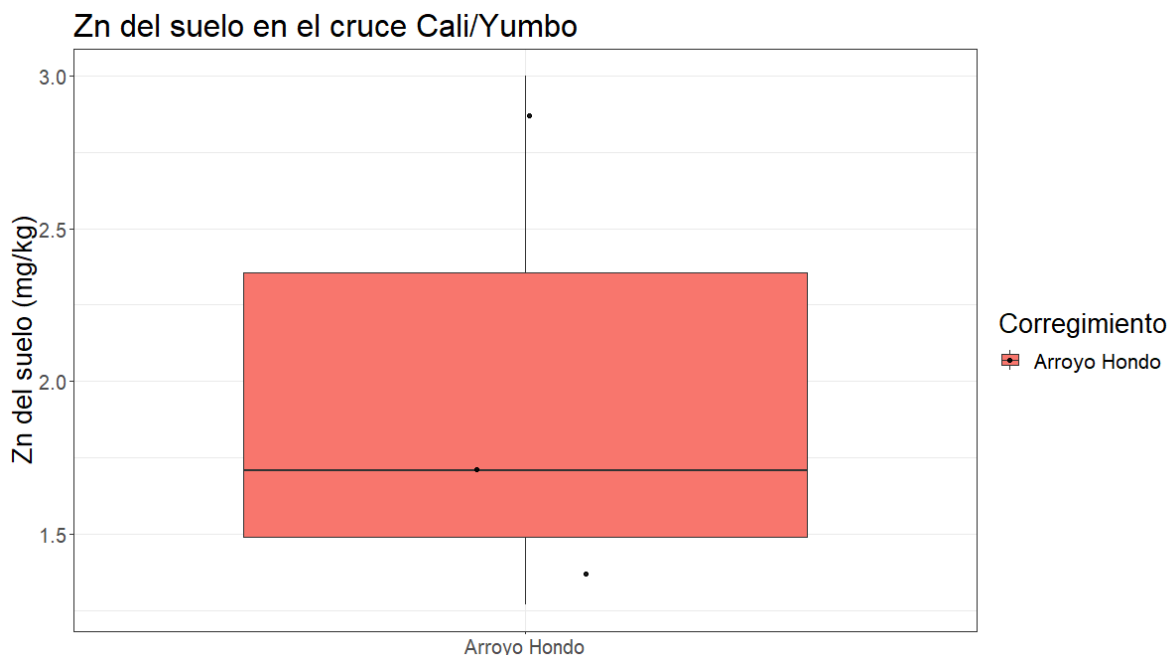
- **Zinc (Zn).**

En la **Tabla 202** se muestran los resultados de los contenidos de Zn en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron contenidos Medios de Zn (1,50-3,00 mg/kg).

**Tabla 202.** Contenidos de Zn e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Zinc (mg/kg)	Interpretación Zn
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	1.71	Medio
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	1.27	Medio
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	3.00	Medio

En la **Figura 113** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los contenidos de Zn, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 203** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 1,99 mg/kg, con un mínimo de 1,27 mg/kg y un máximo de 3,00 mg/kg.



**Figura 113.** Contenidos de Zn en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 203.** Contenidos de Zn en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Zn (mg/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
1.27	3.00	1.99	1.71	0.90

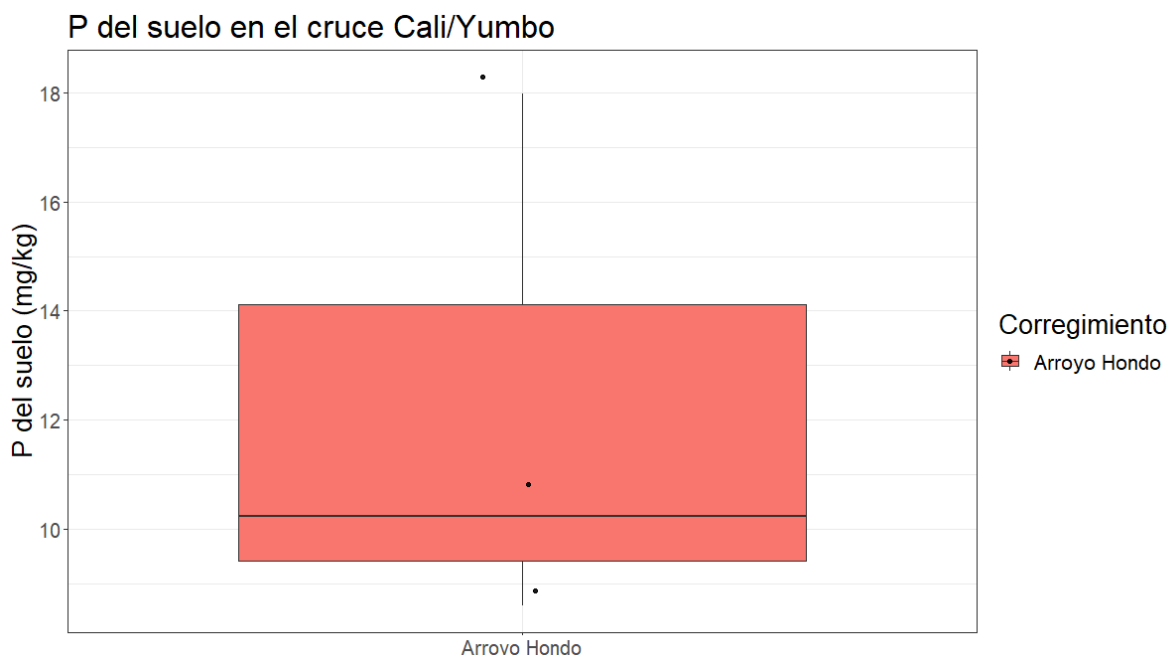
- **Fósforo (P).**

En la **Tabla 204** se muestran los resultados de los contenidos de P en los predios evaluados y su interpretación; en el 66,67% de los predios se presentaron contenidos Normales de (8,00-13,00 mg/kg), y en el restante 33,33% se presentaron contenidos Altos de P (>21,00 mg/kg).

**Tabla 204.** Contenidos de P e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Fósforo (mg/kg)	Interpretación P
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	8.59	Normal
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	17.99	Alto
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	10.24	Normal

En la **Figura 114** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los contenidos de P, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 205** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 12,27 mg/kg, con un mínimo de 8,59 mg/kg y un máximo de 17,99 mg/kg.



**Figura 114.** Contenidos de P en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 205.** Contenidos de P en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

P (mg/kg) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
8.59	17.99	12.27	10.24	5.02

#### 8.4.5. Propiedades Físicas del Suelo

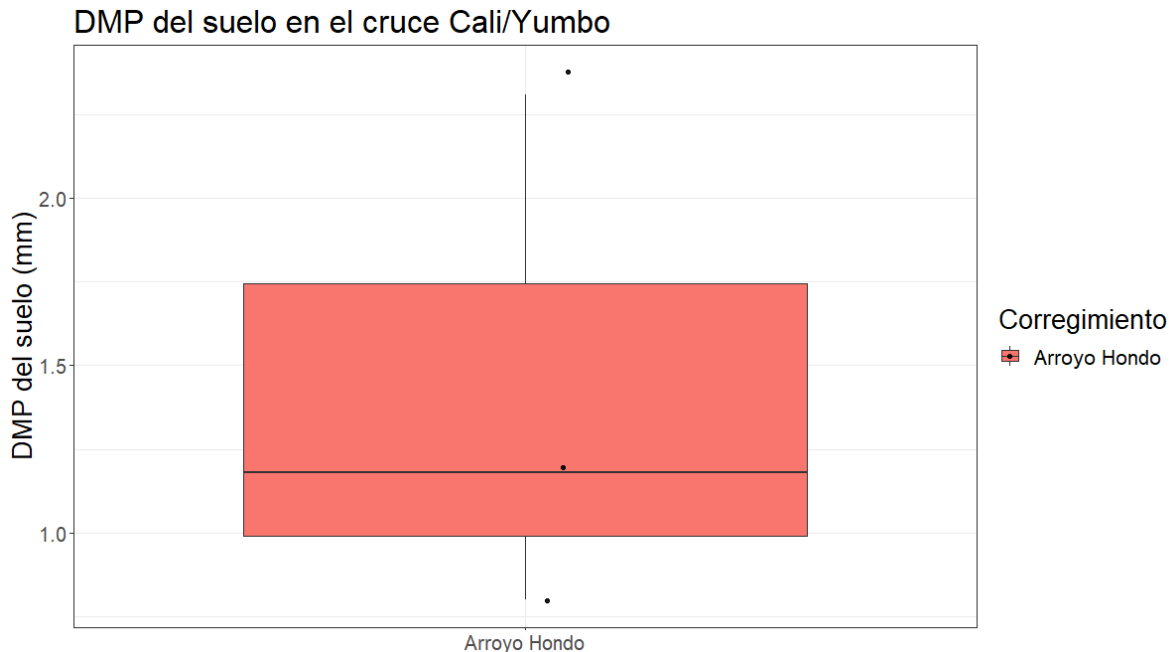
- **Diámetro Medio Ponderado (DMP).**

En la **Tabla 206** se muestran los resultados sobre DMP en los predios evaluados y su interpretación; en el 66,67% de los predios se presentaron valores Ligeramente estables (0,50-1,50 mm), mientras que en el restante 33,33% los valores fueron Moderadamente estables (1,50-3,00 mm).

**Tabla 206.** DMP e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	DMP (mm)	Interpretación DMP
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	0.8	Ligeramente estable
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	1.18	Ligeramente estable
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	2.31	Moderadamente estable

En la **Figura 115** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los valores de DMP, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 207** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 1,43 mm, con un mínimo de 0,80 mm y un máximo de 2,31 mm.



**Figura 115.** DMP en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 207.** DMP en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

DMP (mm) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.80	2.31	1.43	1.18	0.79

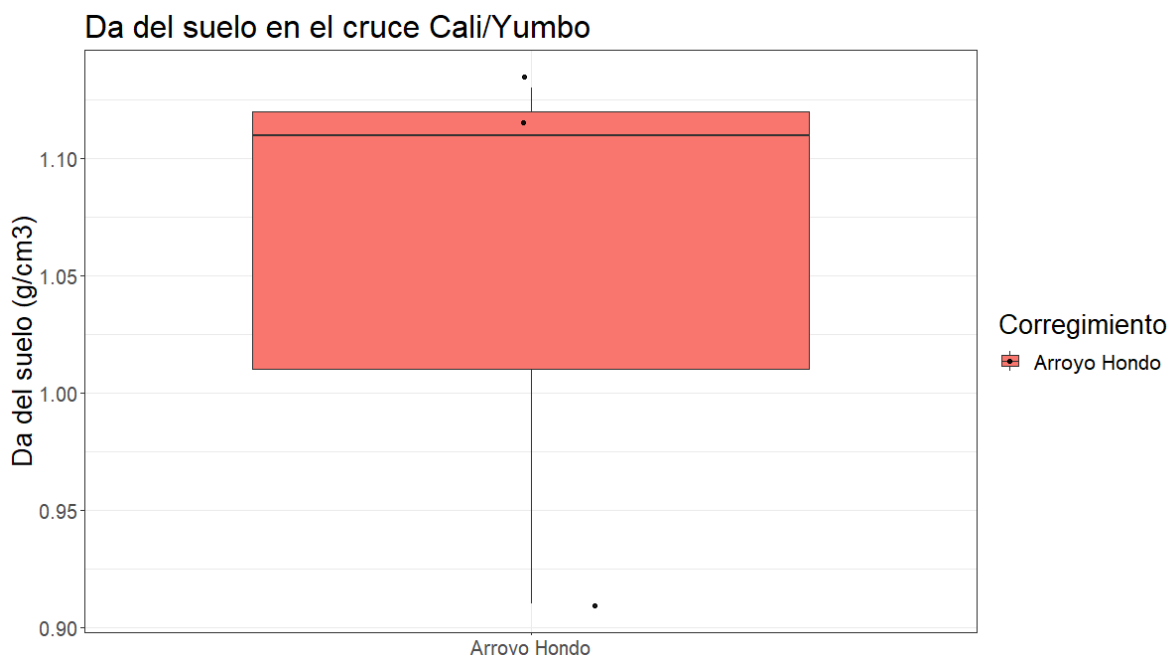
- **Densidad Aparente (Da).**

En la **Tabla 208** se muestran los resultados sobre Da en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron valores de Da Finos ( $1,30 \text{ g/cm}^3$ ).

**Tabla 208.** Da e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Densidad Aparente ( $\text{g/cm}^3$ )	Interpretación Da
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	1.11	Finas
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	1.13	Finas
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	0.91	Finas

En la **Figura 116** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los valores de Da, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 209** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de  $1,05 \text{ g/cm}^3$ , con un mínimo de  $0,91 \text{ g/cm}^3$  y un máximo de  $1,13 \text{ g/cm}^3$ .



**Figura 116.** Da en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 209.** Da en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Da ( $\text{g/cm}^3$ ) del suelo cruce Tuluá/Tuluá				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.91	1.13	1.05	1.11	0.12

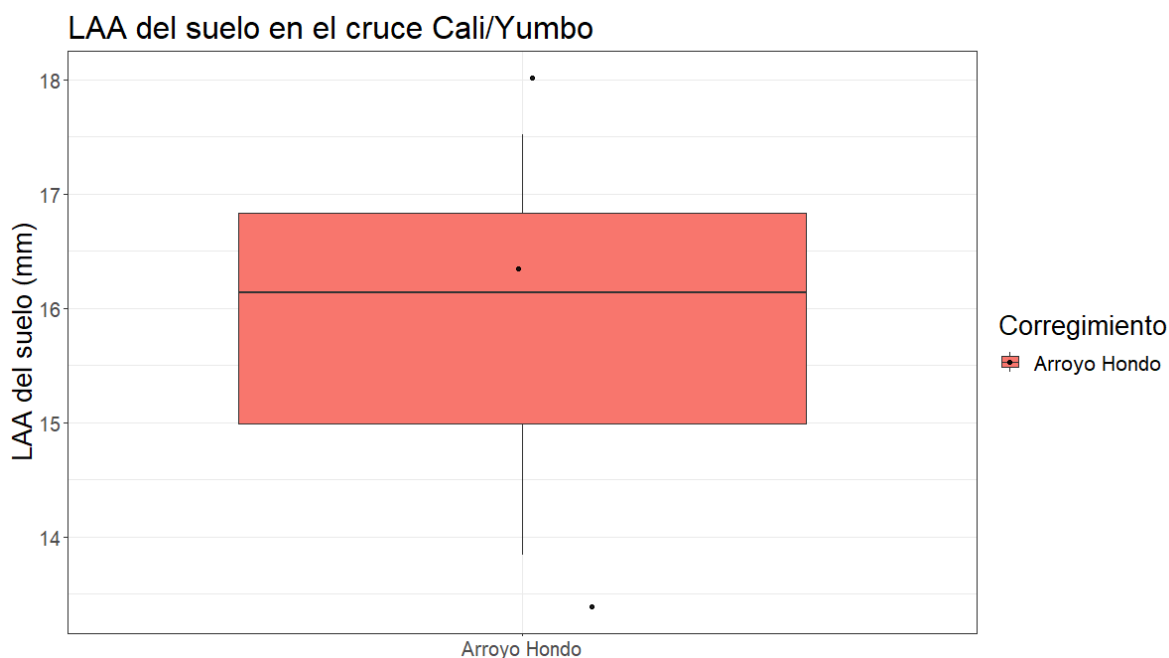
- **Lámina de Agua Aprovechable (LAA).**

En la **Tabla 210** se muestran los resultados sobre LAA en los predios evaluados y su interpretación; en el 100% de los predios se presentaron valores de LAA Bajos (<20 mm).

**Tabla 210.** LAA e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	Lámina de agua aprovechable (mm)	Interpretación LAA
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	17.52	Baja
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	16.14	Baja
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	13.84	Baja

En la **Figura 117** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los valores de LAA, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 211** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 15,83 mm, con un mínimo de 13,84 mm y un máximo de 17,52 mm.



**Figura 117.** LAA en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 211.** LAA en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

LAA (mm) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
13.84	17.52	15.83	16.14	1.86

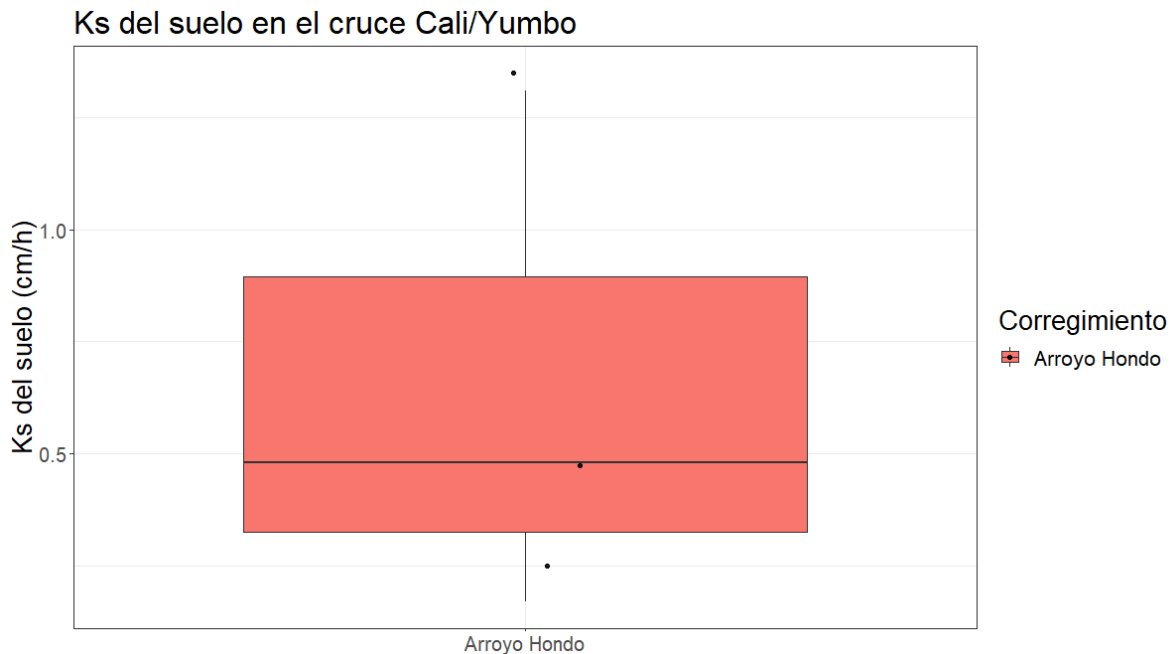
- **Conductividad Hidráulica (Ks).**

En la **Tabla 212** se muestran los resultados sobre Ks en los predios evaluados y su interpretación; en el 66,67% de los predios se presentaron valores de Ks Lentos (0,10-0,50 cm/h), mientras que en el restante 33,33% de los predios se obtuvieron valores Moderadamente lentos (0,50-1,60 cm/h).

**Tabla 212.** Ks e interpretación en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Código	Corregimiento	Cultivo	K (cm/h)	Interpretación K
PCAL01	Arroyo Hondo	Papaya	1.31	Moderadamente lenta
PCAL02	Arroyo Hondo	Maracuyá	0.17	Lenta
PCAL03	Arroyo Hondo	Maracuyá	0.48	Lenta

En la **Figura 118** se muestra de manera generalizada en la cuenca Cali (Yumbo), los valores de Ks, de acuerdo con los predios evaluados; en la **Tabla 213** se presentan los datos generales, destaca que el promedio fue de 0,65 cm/h, con un mínimo de 0,17 cm/h y un máximo de 1,31 cm/h.



**Figura 118.** Ks en los predios evaluados, cuenca Cali (Yumbo).

**Tabla 213.** Ks en los predios de la cuenca Cali (Yumbo).

Ks (cm/h) del suelo cruce Cali/Yumbo				
Min	Max	Media	Mediana	Desviación Estándar
0.17	1.31	0.65	0.48	0.59

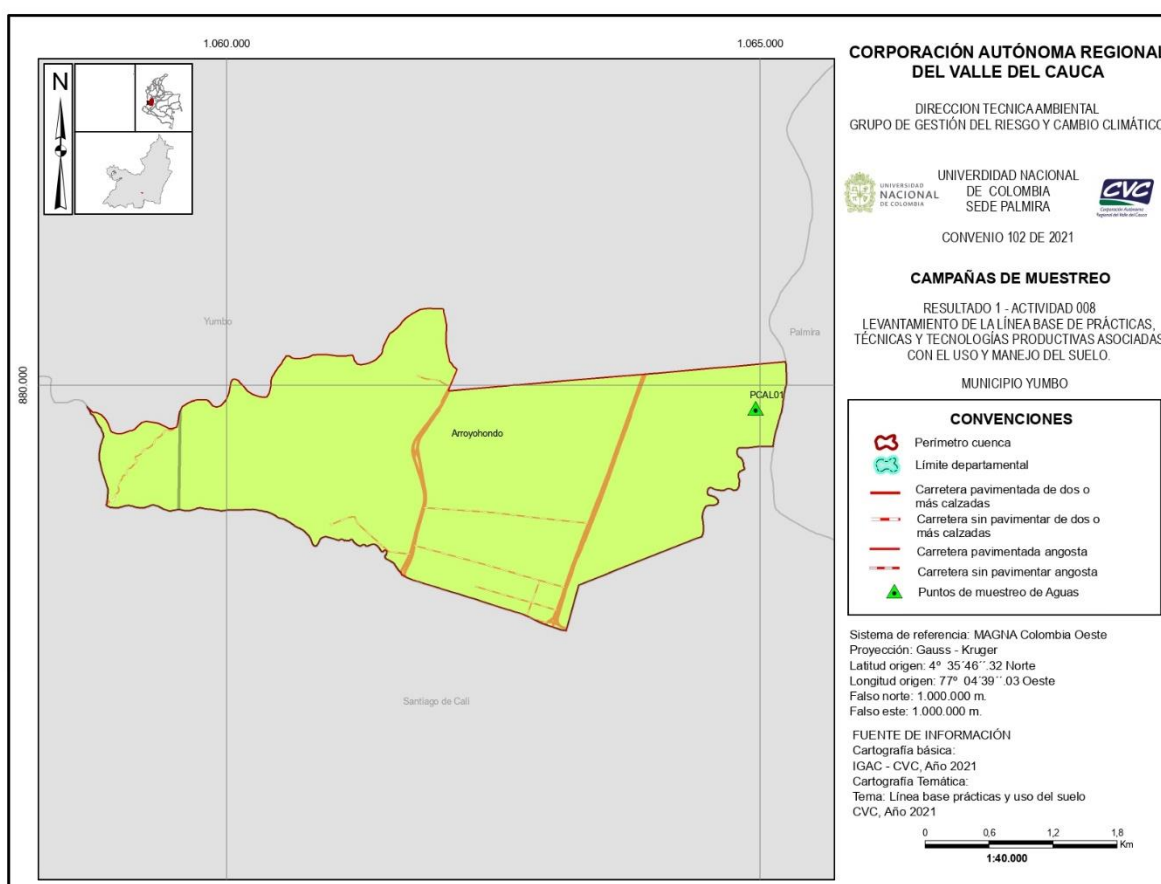
## 8.5 ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA RIEGO EN LA CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO

### 8.5.1. Restricciones de uso del agua para riego: Salinidad

En la **Tabla 214** se presenta la información obtenida en los análisis de agua para riego y su interpretación en el cruce Cali/Yumbo en cuanto a las restricciones sobre salinidad. Se observa que la muestra de agua tomada no presenta restricción por Conductividad Eléctrica o Sólidos Totales Disueltos (CE, <0,70 dS/m y TDS, <450 mg/l, respectivamente). La muestra de agua tomada se obtuvo de un canal que se surte de agua del río Cauca. En la **Figura 119** se encuentra la ubicación de los puntos de muestreo de agua.

**Tabla 214.** Restricciones de uso del agua para riego por predio en el cruce Cali/Yumbo: Salinidad. Fuente Interpretación: (*Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021*).

Código	CE (dS/m)	Interpretación CE	TDS (mg/l)	Interpretación TDS
PCAL01	0,11	Sin restricción	79,69	Sin restricción



**Figura 119.** Puntos de muestreo de agua en la cuenca Cali (Yumbo).

### 8.5.2. Restricciones de uso del agua para riego: Permeabilidad (efecto sobre la infiltración)

En la **Tabla 215**, se observa que existen restricciones severas para el uso del agua para riego por su posible efecto de reducción de la velocidad de infiltración del agua en el suelo (RAS entre 0 y 3 y CE <0,2 dS/m); la muestra se tomó en el corregimiento de Arroyo Hondo en la zona plana del cruce. El agua para riego proviene de un canal que se alimenta del río Cauca.

**Tabla 215.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: Permeabilidad. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	RAS	CE (dS/m)	Interpretación CE
PCAL01	0,030	0,11	Severa

### 8.5.3. Restricciones de uso del agua para riego: Cationes

En la **Tabla 216** se presentan los valores obtenidos de los cationes: Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> en las muestras de agua analizadas. Se observa que las muestras no presentan restricciones en ninguno de los cationes (Sin Restricción=SR).

**Tabla 216.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: Cationes. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	Ca (meq/l)	Int Ca	Mg (meq/l)	Int Mg	K (meq/l)	Int K	Na (meq/l)	Int Na
PCAL01	0,44	SR	0,42	SR	0,02	SR	< 0.0005	SR

### 8.5.4. Restricciones de uso del agua para riego: Aniones

En la **Tabla 217** se presentan los valores de aniones de la muestra de analizada, no presenta restricciones (Sin Restricciones=SR), para usarla en las actividades de riego, en los contenidos de carbonatos (CO<sub>3</sub><sup>=</sup>), bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), cloruros (Cl<sup>-</sup>), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>) y fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>=</sup>).

**Tabla 217.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: Aniones. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	CO <sub>3</sub> (meq/l)	Int CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> (meq/l)	Int HCO <sub>3</sub>	Cl (meq/l)	Int Cl	SO <sub>4</sub> (meq/l)	Int SO <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub> (mg/l)	Int PO <sub>4</sub>
PCAL01	0,00	SR	1,11	SR	0,03	SR	0,18	SR	<0.20	SR

### 8.5.5. Restricciones de uso del agua para riego: pH y elementos menores

En la **Tabla 218** se presentan los valores de pH, contenidos de B y Fe en la muestra tomada en el cruce Cali/Yumbo; para su interpretación se tuvo en cuenta la información consignada en (García, Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua para riego (primera parte), 2012) y (García, 2012); no se presentó ninguna restricción en las variables, pues los resultados se encuentran en los rangos considerados normales (pH= rango normal entre 6,5 y 8,4; Fe=Sin Restricción <0,50 mg/l; Boro=Sin Restricción < 0,70 mg/l).

**Tabla 218.** Restricciones de uso del agua para riego cruce Cali/Yumbo: pH y elementos menores. Fuente Interpretación: *(Min Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021)*.

Código	pH	Interpretación pH	Fe (mg/l)	Interpretación Fe	B (mg/l)	Interpretación B
PCAL01	7,72	Sin restricción	0,75	Sin restricción	0,07	Sin restricción



## 8.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES CUENCA CALI MUNICIPIO YUMBO

### 8.6.1. Conclusiones cuenca Cali (Yumbo)

- La falta de asistencia técnica, análisis de suelos y certificaciones de calidad, le confieren un riesgo a la actividad agrícola en esta región por la falta de capacidad para monitorear los insumos aplicados y las prácticas realizadas sobre el suelo.
- Los cultivos de la zona plana cercana al río Cauca tienden a desaparecer por la acelerada urbanización que se está desarrollando en esta franja.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, en la zona plana se evidencian deficiencias de nutrientes, especialmente de K a causa de excesivos contenidos de Ca y Mg, esto permite inferir que no se están realizando prácticas de corrección de suelos y si se realizan no se hacen técnicamente mediante la aplicación de enmiendas durante la preparación del terreno.
- En la zona plana se presentan bajos contenidos de materia orgánica, por lo que puede inferirse que no se está desarrollando un adecuado plan de abonamiento o el excesivo uso del suelo para cultivos transitorios con una cobertura parcial durante todo el año, aunado a la labranza periódica (cada 3 a 6 meses), está degradando a un ritmo elevado la materia orgánica, mucho más rápido de lo que se repone con los aportes realizados.
- En zona plana se presentan problemas por la baja lámina de agua aprovechable, aunado a conductividades hidráulicas moderadamente lenta a lenta en la zona plana, pueden generar problemas de encharcamiento y erosión por escorrentía superficial al agua no poder moverse rápidamente entre los poros del suelo; lo cual también puede estar relacionados con los altos contenidos de Mg en comparación a otras bases, que no se están corrigiendo durante la preparación del terreno.
- En la zona plana se presenta una ligera estabilidad estructural (0,5 a 1,5 mm), lo que puede estar relacionada con la agresiva labranza mecanizada realizada, lo que puede afectar la estructura del suelo y por tanto a su estabilidad.
- El suelo de la zona plana es un sistema frágil con riesgo de degradación por las prácticas productivas realizadas, se evidencia acumulación excesiva de magnesio (Mg), compactación de horizontes sub-superficiales, encharcamiento y pérdida de la estructura por exceso de laboreo.

### 8.6.2. Recomendaciones cuenca Cali (Yumbo)

- Desarrollar e implementar un programa de acompañamiento, asistencia técnica y transferencia de tecnología que brinde a los agricultores de la región la capacidad de mejorar sus prácticas de producción, especialmente en los cultivos de hortalizas, que contribuyan a conservar el equilibrio ecológico de la región y que permita generar una red de agricultores, asistentes técnicos y consumidores en torno al concepto de agricultura sostenible.
- Diseñar y ejecutar una campaña que incentive a los agricultores a certificarse con BPA, para así generar una red de agricultores, y otros actores, que monitorean a sus propios miembros sobre las prácticas que realizan, y adicionalmente se creen grupos de capacitación para evaluar y mejorar continuamente a través del conocimiento colectivo, tanto del territorio, como de los predios individualmente.
- Desarrollar un proceso de capacitación permanentemente, junto con las instituciones que hacen presencia en el territorio, universidades, centros de investigación y asociaciones de agricultores, entre otros, que permita unificar criterios y certificar a los asistentes técnicos de la región en prácticas de producción sostenibles.
- Usar el estudio semidetallado de suelos (CVC & IGAC, 2017), en su capítulo de clases de tierras como guía para la planeación y control de los cultivos por corregimientos. Observar las limitaciones por clase agrológica y las recomendaciones de cultivos y prácticas de producción.
- Desarrollar e implementar un programa de capacitación dirigido a los agricultores, empresas, asistentes técnicos, estudiantes, comercializadores y proveedores de las cadenas productivas de la región orientado a la conservación del suelo y el ambiente en general, donde se sensibilice acerca de los problemas generados al suelo por la adopción de malas prácticas de producción, como puede afectar el rendimiento de los cultivos, y las fortalezas de la ejecución de Buenas Prácticas Agrícolas.
- Monitorear permanentemente la salud del suelo, pérdidas por erosión, salinización, compactación, acidificación, entre otras, con técnicas sencillas de campo que permitan registrar y evidenciar cómo evoluciona el suelo a través del tiempo.
- Realizar evaluaciones de los suelos magnésicos en la zona plana de la cuenca, para establecer opciones de manejo y corrección que permitan recuperar la calidad del suelo, mejorando la conductividad hidráulica y reduciendo la presión del exceso de pases de maquinaria en la labranza.

## 9. SOCIALIZACIONES DEL PROCESO

Con el fin de presentar los resultados obtenidos se programó la socialización de en la Actividad 008 con el siguiente objetivo general:

*Presentar los resultados obtenidos en la Actividad 008 "Levantamiento de línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo" en las cuencas Yumbo, Tuluá y Cali, que permita la apropiación social de este conocimiento y así fortalecer la capacidad de las comunidades para conservar la calidad del suelo.*

Para lo cual, previamente, se diseñó e implemento la siguiente logística:

- Selección de los espacios para el desarrollo de las actividades programadas (calicata, sondeo con barreno y presentación de resultados).
- Proyección de público objetivo, cantidad de personas para cumplir con los protocolos COVID-19 y opción de desplazamiento a los espacios de socialización.
- Proveedor de refrigerios y almuerzos, los correspondientes elementos para su consumo.
- Material de apoyo para la capacitación.
- Divulgación de actividad.

A continuación, en la **Tabla 219**, se describe la información asociada a cada socialización realizada: cuenca, fecha y lugar.

**Tabla 219.** Información general sobre las socializaciones realizadas.

Cuenca	Fecha	Lugar
Yumbo	18 de octubre 2022	Corregimiento Yumbillo, Finca Mambuscay, Yumbo
Yumbo	19 de octubre 2022	UMATA Yumbo
Tuluá	24 de octubre 2022	Corregimiento La Marina, CADES, Tuluá
Tuluá	25 de octubre 2022	Corregimiento La Diadema, Caseta Comunal, Tuluá
Tuluá	02 de noviembre 2022	Finca La Selva, contigua al aeropuerto de Farfán, Tuluá

El desarrollo general de cada actividad teórico-práctica se presenta en la **Tabla 220** para las cuencas Yumbo y Tuluá; cada socialización tuvo una duración aproximada de 2 a 3 horas, donde se socializaron los conceptos, se hicieron recorridos por las fincas y se desarrollaron actividades prácticas, incluyendo el tiempo para la toma del refrigerio.

**Tabla 220.** Socialización Actividad 008: “Levantamiento de línea base de prácticas, técnicas y tecnologías productivas asociadas con el uso y manejo del suelo”.

Hora	Actividad
8:30 am	Registro de participantes y entrega de Suvenires (agenda y lapicero).
9:00 am	Presentación del Convenio 102 de 2021 CVC-UNAL, énfasis en la Actividad 008: “Levantamiento de línea base sobre Practicas, técnicas y tecnologías de Producción asociadas al uso y manejo del suelo”.
9:15 am	<b>Inicio actividad de socialización.</b> Socialización y retroalimentación de los conceptos técnicos, resultados y estado de las prácticas.
10:30 am	Refrigerio
11:00 am	Entrega de resultados de análisis de suelo y explicación.

Las actividades desarrolladas en las socializaciones incluyeron:

- **Observación de una calicata:** Se explicó el concepto, como se hace y por qué es importante su estudio. Se mencionó los perfiles del suelo, la importancia del espesor del primer horizonte y su relación con contenidos de nutrientes disponibles para las plantas y como las prácticas agrícolas inadecuadas lo pueden deteriorar.

Se requirió:

- Previamente a la socialización se hizo la abertura de la calicata, la cual requirió de una pala y un trabajador de campo que apoyara el proceso.
- Un flexómetro para medir el espesor de los perfiles.
- Marcas de madera que permitan identificar y diferenciar los perfiles del suelo.

- **Sondeo con barreno:** Posteriormente se mencionó esta estrategia para visualizar el perfil del suelo que no requiere hacer la calicata, se explicó el concepto tras la estrategia, como se hace y por qué es importante. Se hizo la práctica de extraer suelo con el barreno, como colocarlo para seguir el perfil del suelo y la importancia de su correcta lectura, capas endurecidas, zonas de cambio de color que pueden indicar cambios en el perfil y así mismo de nutrientes, texturas, y otro tipo de problemáticas que se pueden evidenciar de una forma más sencilla y rápida que con la calicata.

Se requirió:

- Un barreno de aproximadamente 1,20 m.
- Flexómetro para medir el espesor de los perfiles del suelo.
- Lona o tela de color claro para colocar el suelo y lograr evidenciar cambios de color y textura.

- **Socialización de los resultados:** Se mencionaron resultados más relevantes y en un lenguaje práctico y fácilmente entendible, se evidenciaron problemas fisicoquímicos en los suelos encontrados en los análisis de suelos, así como las prácticas realizadas que los pueden causar, entre otras.

De la **Figura 120** a **Figura 124** se presentan las invitaciones generadas para cada socialización. En el Anexo 2 se encuentran las asistencias a las socializaciones en cada una de las cuencas.

**Socialización, transferencia y apropiación social de conocimientos en prácticas de manejo de Suelos**

Por medio del Convenio 102 de 2021 entre la CVC y la UN Palmira le extendemos la invitación para conocer los resultados obtenidos en la Actividad "Levantamiento de línea base de prácticas, productivas asociadas con el manejo del suelo", participar de una experiencia práctica y conocer la interpretación de las características físicas y químicas del suelo en Zona Rural Yumbo.

**Fecha: Martes 18 de octubre de 2022**  
**Hora: 8:30 am - 12:00 m**  
**Lugar: Finca Mambuscay, Yumbillo - Yumbo**  
**Información: Umata Yumbo y 316 481 40 85**  
**Oswaldo Puerto Guerrero Ingeniero Agrónomo MSc.**

**CVC** **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
 Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

**CONVENIO 102 DE 2021 CVC-UNAL**  
**PROYECTO 1001 "LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS ASOCIADAS CON EL USO Y MANEJO DEL SUELO"**

**Figura 120.** Invitación socialización cuenca Yumbo (Yumbo)

**Socialización, transferencia y apropiación social de conocimientos en prácticas de manejo de Suelos**

Por medio del Convenio 102 de 2021 entre la CVC y la UN Palmira le extendemos la invitación para conocer los resultados obtenidos en la Actividad "Levantamiento de línea base de prácticas, productivas asociadas con el manejo del suelo", participar de una experiencia práctica y conocer la interpretación de las características físicas y químicas del suelo en Zona Rural Yumbo.

**Fecha: Miércoles 19 de octubre de 2022**  
**Hora: 8:30 am - 12:00 m**  
**Lugar: Secretaría de ambiente y desarrollo agropecuario - Umata Yumbo**  
**Información: Umata Yumbo y 316 481 40 85**  
**Oswaldo Puerto Guerrero Ingeniero Agrónomo MSc.**

**CVC** **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
 Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

**CONVENIO 102 DE 2021 CVC-UNAL**  
**PROYECTO 1001 "LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE DE PRÁCTICAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS PRODUCTIVAS ASOCIADAS CON EL USO Y MANEJO DEL SUELO"**

**Figura 121.** Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá)

**Socialización, transferencia y apropiación social de conocimientos en prácticas de manejo de Suelos**

La Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y SEDAMA de Tuluá le extendemos la invitación para conocer los resultados obtenidos en la Actividad "Levantamiento de línea base de prácticas, productivas asociadas con el manejo del suelo", participar de una experiencia práctica y conocer la interpretación de las características físicas y químicas del suelo en Zona Rural Tuluá

Fecha: Lunes 24 de octubre de 2022  
 Hora: 8:30 am - 12:00 m  
 Lugar: CADES de La Marina Tuluá.  
 Inscripción: 316 481 4085  
 Oswaldo Puerto Guerrero Ingeniero Agrónomo MSc.





**Figura 122.** Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá)

**Socialización y transferencia y apropiación social de conocimientos en prácticas de manejo de Suelos**

La Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y SEDAMA de Tuluá, le extendemos la invitación para conocer los resultados obtenidos en la Actividad "Levantamiento de línea base de prácticas, productivas asociadas con el manejo del suelo", participar de una experiencia práctica y conocer la interpretación de las características físicas y químicas del suelo en Zona Rural de Tuluá.

Fecha: Martes 25 de octubre de 2022  
 Hora: 8:30 am  
 Lugar: La Diadema Caseta Comunal.  
 Inscripción: 316 481 4085  
 Oswaldo Puerto Guerrero Ingeniero Agrónomo MSc.





**Figura 123.** Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá).

**Socialización, transferencia y apropiación social de conocimientos en prácticas de manejo de Suelos**

La Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y SEDAMA de Tuluá, le extendemos la invitación para conocer los resultados obtenidos en la Actividad "Levantamiento de línea base de prácticas, productivas asociadas con el manejo del suelo", participar de una experiencia práctica y conocer la interpretación de las características físicas y químicas del suelo en Zona Rural Tuluá

Fecha: Miércoles 26 de marzo de 2022  
 Hora: 8:30 am  
 Lugar: Finca La Selva contiguo al Aeropuerto de Farfán - Tuluá.  
 Inscripción: 316 481 4085  
 Oswaldo Puerto Guerrero Ingeniero Agrónomo MSc.





**Figura 124.** Invitación socialización cuenca Tuluá (Tuluá).

De la **Figura 125** a **Figura 128**, se presentan algunos registros fotográficos de las socializaciones en cada cuenca.



**Figura 125.** Registro fotográfico socialización de resultados. Finca Mambuscay, cuenca Yumbo (Yumbo).



**Figura 126.** Registro fotográfico socialización de resultados. UMATA Yumbo, cuenca Yumbo (Yumbo).



**Figura 127.** Registro fotográfico socialización de resultados. Tuluá-La Marina, cuenca Tuluá (Tuluá).



**Figura 128.** Registro fotográfico socialización de resultados. Tuluá-La Diadema, cuenca Tuluá (Tuluá).



## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Albicette, M., Brasesco, R., & Chiappe, M. (2009). Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay. *Agrociencia Uruguay* (13:1), 48-68.
- Araujo, E. (2014). *Caracterización y evaluación de la asociación y rotación de policultivos de maíz y hortalizas en la parroquia San Joaquín de la provincia del Azuay*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politecnica Salesiana.
- Armenise, E., Redmile-gordon, M., Stellacci, M., Ciccacese, A., & Rubino, P. (2013). Developing a soil quality index to compare soil fitness for agricultural use under different managements in the Mediterranean environment. *Soil Tillage Res* (130), 91-98.
- Bockstaller, C., Feschet, P., & Angevin, F. (2015). Issues in evaluating sustainability of farming systems with indicators. *OCL*, 22 (1), D102.
- British Crop Protection Council. (2003). *The Pesticide Manual. A World Compendium. Thirteen ed. Clive Tomlin ed.* England.
- Clavijo, N. (2013). *Entre la agricultura convencional y la agroecología. EL caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania*. Bogotá.
- CVC. (2008). *Cuenca hidrográfica del río Cali*. Cali.
- CVC. (2008). *Cuenca hidrográfica del río Dagua*. Cali: CVC.
- CVC. (2010). *Cuenca hidrográfica del RUT*. Cali.
- CVC. (2010). *POMCH-Yumbo*. Yumbo.
- CVC. (2011). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Cali*. Cali.
- CVC. (2011). *POMCH-Río Cali*. Cali.
- CVC. (2011). *POMCH-Tuluá*. Cali.
- CVC. (2015). *Cartografía temática*. Cali.
- CVC. (2016). *POMCA-Río Cali*. Cali.
- CVC. (2021). *AJUSTE (ACTUALIZACIÓN) DE LOS PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO CALI*. Cali: CVC.
- CVC, & IGAC. (2014). *Levantamiento semidetallado de suelos, escala 1:25.000*. Cali: CVC.
- CVC, & IGAC. (2017). *Levantamiento Semidetallado de Suelos de las Cuencas Priorizadas 1:25.000*.
- FAO. (2000). *Evaluación de la contaminación del suelo. Manual de referencia*. Roma, Italia.
- FAO. (2015). Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. 1.
- Fernandes, J., Gamero, C., Rodrigues, J., & Mirás-Avalos, J. (2011). Determination of the quality index of a Paleudult under sunflower culture and different management systems. *Soil Tillage Res* (112), 167-174.
- Fernández, C. (2002). *Agricultura de precisión*. Ciencia y Medio Ambiente- CCMA-CSIC.
- FOOTPRINT. (2006). *The FOOTPRINT Pesticide Properties Database. Database Collated by the University of Hertfordshire as part of the EU-funded FOOTPRINT project*.
- Franco, F. (2010). San Jose del Palmar Tierra de Policultivos. *Simposio Internacional de Agroecología*.
- Galmarini, C., Andreau, R., Bouzo, C., & Et. al. (2019). *Invernaderos: Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional Argentino*.
- García, Á. (2012). *Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua para riego (primera parte)*. IAH-6.
- García, Á. (2012). *Criterios modernos para la evaluación de la calidad del agua para riego (segunda parte)*. IAH-7.

- Gómez , J., Dávila , G., Saavedra, R., & Gómez , C. (2006). Guía práctica para el manejo y conservación de suelos de ladera en los municipios de Restrepo y Dagua, Valle del Cauca. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.
- Gomez , O., & Zabaleta , E. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con Tagetes spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*.
- Hansen, O.C. (2004). *Quantitative Structure-Activity Relationship (QSAR) and Pesticides*.
- Hernández, E. (1988). Agricultura Tradicional en Mexico. En E. Hernández, *Comercio exterior* (págs. 673-678). México.
- Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton, G.A., & Cairns, J. (2003). *Handbook of Ecotoxicology. Second Edition. Lewis Publisher*.
- Ibañez, S., Gisbert, J., & Moreno, H. (2010). *INCEPTISOLES*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- ICA. (2016). *Resolución 187 de 2006*. Bogotá, Colombia: ICA.
- ICA, & CCI. (2009). *Mis buenas prácticas agrícolas: guía para agroempresarios*. Bogotá, D.C.
- IRET. (2022). *MANUAL DE PLAGUICIDAS DE CENTROAMÉRICA*. Obtenido de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/>
- Karlen, D., & Stott, D. (1994). A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. En J. Doran, *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment* (págs. 53–72). Madison, WI: SSSA Special Publication No. 35. SSSA.
- López, C. (2016). *Distribución espacial de las propiedades químicas de los suelos en el Distrito de Riego RUT*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Lu, X., Toda, H., Ding, F., Fang, S., Yang, W., & Xu, H. (2014). Effect of vegetation types on chemical and biological properties of soils of karst ecosystems. *Eur. J. Soil Biol.* (61), 49-57.
- Marchand, F., Debruyne, L., Triste, L., Gerrard, C., Padel, S., & Lauwers, L. (2014). Key characteristics for tool choice in indicator-based sustainability assessment at farm level. *Ecology and Society*, 19(3), 46.
- MAVDT, & IDEAM. (2004). *Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación en Colombia*. Bogotá (Colombia).
- Medianero, D. (2011). Metodología de Estudios de Línea de Base. *Pensamiento Crítico* (15), 61–82.
- Min Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *AJUSTE NORMATIVO RESOLUCIÓN 1207 DE 2014: "Por la cual se sustituye la Resolución 1207 de 2014 y se adoptan otras disposiciones"*.
- Min. Agricultura Chile. (2011). *Agricultura Orgánica Nacional: Bases técnicas y situación actual*. Santiago de Chile: Gobierno de Chile.
- Minambiente, & IDEAM. (2015). *Línea base de degradación de suelos por erosión en Colombia (2010 – 2012). Escala 1:100.000*. Bogotá (Colombia).
- Monsalve, O., Boja, C., & Henao, M. (2021). Agricultural sustainability indicators associated with soil properties, processes, and management. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 22(3), e1919.
- Moreno, A., Aguilar, J., & Luévano, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en Mexico. *Revista Mexicana de agronegocios*.
- Patiño, M., Sadeghian, S., & Montoya, E. (2006). Caracterización de la fertilidad del suelo en la zona cafetera del Valle del Cauca mediante registros historicos. *Cenicafé* (57), 7-16.
- Ramirez, R. (2018). *Construcción de casas de malla*.

- 
- Rivera, J., Sinisterra, J., & Calle, Z. (s.f.). *Restauración ecológica de suelos degradados por erosión en cárcavas en el enclave xerofítico de Dagua, Valle del Cauca Colombia*. Área de restauración ecológica de CIPAV.
- Sisa, L. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SILVOPASTORIL (SSP) MODELO CERCAS VIVAS Y BARRERAS ROMPEVIENTOS EN LAS VEREDAS PARÁMO Y TOBAL DEL MUNICIPIO DE TUTAZÁ BOYACA*. Duitama, Boyacá : UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA- UNAD.
- Thomazini, A., Mendonca, E., Cardoso, I., & Garbin, M. (2015). SOC dynamics and soil quality index of agroforestry systems in the Atlantic rainforest of Brazil. *Geoderma Regional* (5), 15-24.
- Ucles , G. (2011). *Cuatro colores de mulch plástico y mulch orgánico en la incidencia de áfidos y mosca blanca, y rendimientos y sacarosa disuelta (°Bx) en melón*. Zamorano, Honduras.
- UMATA-Cali. (2018). *Evaluaciones Agropecuarias Municipio de Cali*. Cali.
- UMATA-La Unión. (2018). *Evaluaciones Agropecuarias Municipio de La Unión*. La Unión.
- UMATA-Restrepo. (2018). *Evaluaciones Agronómicas Municipio de Restrepo*. Restrepo.
- UMATA-Tuluá. (2020). *Evaluaciones Agropecuarias (EVA)*. Tuluá.
- UMATA-Yumbo. (2020). *Evaluaciones Agropecuarias (EVA)*. Yumbo.
- UNA. (2022). *MANUAL DE PLAGUICIDAS DE CENTROAMÉRICA*. Obtenido de <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>
- USGS. (2010). *Toxic Substances Hydrology Program. Bioaccumulation*. Obtenido de <http://toxics.usgs.gov/definitions/bioaccumulation.html>