



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE INFILTRACIÓN DEL SUELO EN LOS
SECTORES GANADEROS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO PUYO”**

**TESIS DE GRADO PREVIA
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

EDUARDO JAVIER BURGOS CARRIÓN

DIRECTOR:

MSC. PEDRO DAMIAN RIOS GUAYASAMIN

PUYO-PASTAZA-ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE INFILTRACIÓN DEL SUELO EN LOS
SECTORES GANADEROS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO PUYO”**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

.....
MSc. Leo Rodríguez

.....
MSc. Simón Leib

.....
Dr. Edison Segura

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado, por guiarme en el camino del bien y darme la sabiduría para seguir adelante.

A mis padres Eduardo Burgos y Auria Carrión, a mi esposa Diana Daquilema, hermanos Angie, Johana y Diana, abuelitos Vicente, Edith y demás familiares que constantemente me dieron el apoyo moral y económico para mi superación, de igual manera a mi hija Dómenica Burgos.

En reconocimiento a, Dr. Edison Segura, MSc. Leo Rodríguez, MSc. Ricardo Abril, Ing. Carlos Bravo, Dra. Verena Torres, Ing. Deysi Changoluisa e Q.F. Andrea Tapuy, que gentilmente me proporciono todos los documentos y herramientas necesarias en forma generosa me brindaron su apoyo científico y su amistad, demostrando que si existen profesionales docentes preocupados por buscar el bienestar de los seres humanos y expresarle un sincero reconocimiento de admiración y gratitud, gracias a usted.

A la Universidad Estatal Amazónica, Dr. C. Julio César Vargas Burgos. PhD. RECTOR de la misma que me abrieron sus puertas dando la oportunidad para hacer realidad mis sueños profesionales, a los docentes que supieron brindar sus conocimientos para formar profesionales con objetivos prácticos y útiles a la sociedad.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que les encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

¡Gracias a ustedes!

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Con todo mi cariño y mi amor dedico este triunfo a mi padre Eduardo Franklin Burgos Vasco y a mi querida madre Auria Mercedes Carrión Carrión, las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Especial gratitud a mi esposa Diana Cristina Daquilema Álvarez e hija Doménica Burgos, lo más hermoso que Dios me ha dado, porque fueron y son el apoyo moral, espiritual durante mi trayectoria estudiantil y momentos difíciles de mi vida, supieron darme la fuerza necesaria para no declinar y ser ejemplo de superación a la sociedad.

A mis hermanas Angie, Johana, Diana Burgos, mis suegros Alexandra Álvarez y Luis Daquilema que en cambio me dieron el apoyo y comprensión en todo momento y que los llevo en mi corazón y que también me motivo a seguir adelante y sobreponerme de mis problemas.

A mi maestro MSc. Pedro Damián Ríos Guayasamín quien nunca desistió al enseñarme, y continuar depositando su esperanza en mí.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

Eduardo Burgos

RESPONSABILIDAD

Yo, Eduardo Javier Burgos Carrión, declaro ser autor de la presente Tesis de grado y eximo expresamente a la Universidad Estatal Amazónica y a los representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Estatal Amazónica la publicación de mi Tesis de grado en el repositorio institucional- biblioteca virtual.

.....
Eduardo Javier Burgos Carrión
C.I. 160035451-6

Puyo, 05 de Enero del 2016

CONTENIDO

CONTENIDO.....	1
CAPITULOS.....	3
Índice de Cuadros	3
Índice de Gráficos	4
1. INTRODUCCIÓN.	6
a) Objetivos.....	7
Objetivo.....	7
Objetivos Específicos.....	7
b) Hipótesis.....	7
Hipótesis Específicas.....	8
2. REVISION DE LITERATURA.....	8
2.1. La degradación del suelo.....	8
2.2. Infiltración del agua y escorrentía en suelos degradados.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Localización y Duración del experimento.....	12
3.2. Condiciones Meteorológicas.....	14
3.3. Materiales y equipos.....	14
3.4. Factores de estudio	16
3.4.1. Suelo:.....	16
3.4.2. Agua:.....	16
3.4.3. Vegetación y cobertura del suelo:.....	17
3.5. Diseño experimental	17

3.5.1. Procesamiento estadístico:.....	18
3.6. Mediciones Experimentales.....	21
3.7. Manejo del experimento.	22
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES	24
5. DISCUSIÓN	54
5.1. INFILTRACION.....	54
5.2. DEGRADACION DEL SUELO.	54
5.3. ESCORRENTIA SUPERFICIAL.	56
6. CONCLUSIONES.....	58
7. RECOMENDACIONES	59
8. RESUMEN	60
9. SUMMARY.....	62
10. BIBLIOGRAFIA.....	63
11. ANEXOS	67

CAPITULOS

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Ubicación de los Sectores Ganaderos.....	12
Cuadro 2 Parámetros del Suelo.....	16
Cuadro 3 Parámetros del Agua.	17
Cuadro 4 Esquema de tratamientos detallado para agua.	19
Cuadro 5 Esquema de tratamientos detallado para suelo.....	20
Cuadro 6 Detalle de las diferentes alturas correspondientes a los Sitios y a los diferentes tipos de usos de suelo.	49
Cuadro 7 Resumen de los análisis de varianza para parámetros de Agua establecidos en cinco sitios y sus tipos de usos de suelo de la cuenca alta del Río Puyo.....	52
Cuadro 8 Resumen de los análisis de varianza para parámetros de suelo establecidos en cinco sitios y sus tipos de usos de suelo de la cuenca alta del Río Puyo.....	53

Índice de Gráficos

Grafico 1 Subcuenca Hidrográfica Alta del Rio Puyo.....	13
Grafico 2 Tabla de Precipitaciones y Temperatura	14
Grafico 3 Esquema de los tratamientos generalizado.	18
Grafico 4 Escorrentía superficial por Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo (mm).....	24
Grafico 5 Precipitación por Sitios de muestreo y en los diferentes tipo de uso de suelo (mm).	25
Grafico 6 Infiltración por Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo (mm).	26
Grafico 7 Medias por sitios de muestreo del PO ₄ en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).	28
Grafico 8 Medias por los diferentes tipos de usos de suelo del PO ₄ en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).	29
Grafico 9 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Fosfato (Mg/L)	30
Grafico 10 Medias por Sitios de muestreo del NO ₃ en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).	31
Grafico 11 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo de NO ₃ en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).....	32
Grafico 12 Representación gráfica de resultados de significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Nitratos (Mg/L)	33
Grafico 13 Medias por Sitios de muestreo de agua de escorrentía superficial y suelo de Sulfato (Mg/l).....	34
Grafico 14 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Sulfato (Mg/l).....	35
Grafico 15 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de ...	36

Grafico 16 Medias por Sitios en agua de escorrentía superficial y suelo de Aluminio (Mg/l).....	37
Grafico 17 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía y suelo de Aluminio (Mg/l).....	38
Grafico 18 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Aluminio (Mg/L)	39
Grafico 19 Medias por Sitios de muestreo en agua de escorrentía superficial y suelo de Ca (Mg/l).....	40
Grafico 20 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Calcio (Mg/l).	41
Grafico 21 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de... ..	42
Grafico 22 Medias por Sitio de muestreo en agua de escorrentía superficial y suelo de Magnesio (Mg/l).	43
Grafico 23 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Magnesio (Mg/l).	44
Grafico 24 Representación gráfica de resultados en significancia y datos de agua de . ..	45
Grafico 25 Medias por Sitios de muestreo en agua de escorrentía superficial y suelo de Potasio (Mg/l).....	46
Grafico 26 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Potasio (Mg/l).	47
Grafico 27 Representación gráfica de resultados en significancia y datos de agua y suelo de Potasio (Mg/L)	48
Grafico 28 Alturas en cada Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo en los horizontes uno y dos respectivamente (mm).....	49
Grafico 29 Gradiente media de los Sitios de muestreo y los diferentes tipos de usos de suelo (pendiente en %).	50
Grafico 30 Velocidades medias de infiltración en H1 y H2 en sitios y los diferentes tipos de usos de suelo (mm/min).....	52

1. INTRODUCCIÓN.

El desarrollo de las fronteras agrícolas y la falta de organización y planificación adecuada para la gestión sostenible de los recursos naturales han provocado el deterioro ambiental, primordialmente el recurso hídrico (Aguirre y Sánchez 1994).

El cambio más importante en estas últimas décadas en el uso del suelo en el trópico latinoamericano ha sido la conversión de bosques a pasturas. Ante este escenario, en muchos lugares de la Amazonia se ha intentado reconvertir los sistemas tradicionales de producción agropecuaria hacia sistemas más intensivos que compatibilicen la producción con las acciones de conservación. Un manejo adecuado de las pasturas en el trópico debería incluir la introducción del componente arbóreo, o alternar al menos con fragmentos de bosque (et al., 2006).

Un mal manejo de los pastos provoca degradación, erosión, daño ambiental consecuencia del pisoteo del ganado en las áreas donde se encuentran localizados (Dávila et al., 2005).

El pH es uno de los principales responsables en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Cuando las precipitaciones son intensas producen un lavado de las bases del suelo, y se van lavando los elementos que le dan alcalinidad obteniendo un suelo ácido (Crosara 2007).

Infiltración es el paso del agua a través del suelo que llegando a los acuíferos subterráneos por un fenómeno llamado escorrentía donde se arrastra partículas y material contaminante como los nitratos. En este fenómeno influyen diferentes factores como las características del suelo (impermeabilidad), pendiente del terreno, condiciones climáticas, etc. (Marañón et al., 1998)

Las técnicas de estudio de infiltración de agua en el suelo permiten entender los procesos hidrológicos, la degradación de suelos y el transporte de solutos, siendo un

soporte significativo, para minimizar los métodos de escorrentía superficial. (Orjuela et al., 2010).

a) Objetivos.

Objetivo.

Determinar el efecto de la infiltración del agua en el suelo en los sectores de actividad ganadera existente en la Subcuenca Alta del Río Puyo.

Objetivos Específicos.

- ✓ Determinar el grado de infiltración del agua en el suelo en la Sub Cuenca Alta del Río Puyo en los sectores de mayor influencia ganadera.
- ✓ Caracterizar la calidad físico-químicas del agua de escorrentía en la Sub Cuenca Alta del Rio Puyo.
- ✓ Caracterizar los parámetros físico-químicas del suelo en la Sub Cuenca Alta del Rio Puyo.

b) Hipótesis.

El análisis de infiltración y escorrentía del agua en el suelo en los diferentes tipos de uso de suelo en la Sub Cuenca Alta del Río Puyo nos permitirá estimar el impacto que ocasiona la actividad ganadera.

Hipótesis Específicas.

- ✓ El tiempo de infiltración presentado por el suelo nos permitirá estimar el grado de probabilidad de los suelos ganaderos en base a su intercambio de bases intercambiables.
- ✓ Caracterizar la calidad físico-químicas del agua de escorrentía en la Sub Cuenca Alta del Río Puyo para conocer su contenido.
- ✓ Caracterizar los parámetros físico-químicas del suelo en la Sub Cuenca Alta del Río Puyo para conocer su contenido.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. La degradación del suelo.

La degradación del suelo implica cambios en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva. Se vuelven gradualmente las tierras agrícolas menos productivas por cuatro razones principales (Berton y Lombardi 1985):

Degradación de la estructura del suelo, disminución de la materia orgánica, pérdida del suelo, y pérdida de nutrientes (Berton y Lombardi 1985).

Los suelos Amazónicos se caracterizan principalmente por ser pobres en nutrientes y tienen un bajo potencial de retención, especialmente en lo referente al calcio, al potasio y al fósforo, se da principalmente por las altas temperaturas, precipitaciones, y su historial geológico de la zona (Moragas 2008).

Los procesos de pérdida y degradación del suelo son consecuencia de una mala planificación y el descuido de los seres humanos entre los más comunes son: erosión donde las partículas son arrastradas al igual que las formas de vida que conforma el

suelo puede ser por erosión hídrica o erosión eólica. Se produce naturalmente, o por el ser humano donde el exceso o mala técnica de riego ponen al suelo saturado más aún si es en pendiente las partículas se verá afectadas con la pérdida gradual del suelo fértil. (Garcia de Miguel 2011).

La contaminación influye en la degradación del suelo por la acumulación de sustancias químicas en la basura donde pueden ser de tipo industrial o domestica a través de residuos líquidos, por contaminación atmosférica debido al material volátil que cae sobre el suelo, y como las aguas servidas. Por la compactación se da o es generada por el paso de personas, vehículos y animales que hacen desaparecer las pequeñas cavernas poros donde existe gran cantidad de micro fauna y micro flora. (Garcia de Miguel 2011).

El crecimiento o expansión del ser humano en forma horizontal influye en la pérdida del suelo por la construcciones se recomienda que este crecimiento se lo realice en forma vertical (altura) para minimizar la perdida y degradación del suelo. La actividad minera actúa y contamina los suelos por medio del agua relave, que por medio de él son trasportados elementos químicos como mercurio, cadmio, cobre, plomo, arsénico, etc. Estos químicos son usados y aprovechados por el ser humano para la elaboración de diferentes productos de consumo o materia prima. (Garcia de Miguel 2011)

La basura como tal por al encontrarse en la intemperie por mucho tiempo y permanece en el mismo sitio da origen a gases tóxicos y mal olor, al filtrarse por el suelo especialmente si este deja pasar los líquidos contamina o aporta con bacterias, hongos y otros organismo patógenos, se da también esto en las aguas superficiales y las subterráneas que están conectados con el derivando a la interrupción de los ciclos biogeoquímicos y contaminado las cadenas alimenticias, como factor influyente directamente con el suelo agrícola o ganadero aportando en su degradación son los diferentes tipos de plaguicidas. (Garcia de Miguel 2011)

Para evitar como degradar los suelos existen diferentes parámetros importantes ya que el suelo; destruido su proceso de recuperación natural es muy lento de recuperar y al tratar de acelerarlo puede ser costoso por lo tanto, evitar es la mejor herramienta. (Garcia de Miguel 2011).

- ✓ Luchar contra la sequía, desarrollando variedades de vegetales resistentes o mejorando los pronósticos de sequía a largo plazo y sistemas de alerta. Reforestar y conservar los bosques, principalmente en los lugares de mayor influencia de erosión (Garcia de Miguel 2011).
- ✓ Realizar prácticas de tratamiento de residuos efectivos, evitar la contaminación de los suelos de cualquier forma (Garcia de Miguel 2011).
- ✓ Planificar el uso del suelo adecuadamente, para no acelerar su degradación, mantener el resto del territorio lo más intacto posible (Garcia de Miguel 2011).
- ✓ Prevenir el deterioro de la vegetación y el avance de la erosión (Garcia de Miguel 2011).
- ✓ Implementar actividades agrícolas amigas con el medio ambiente y conservar el suelo potencialmente agrícola (Garcia de Miguel 2011).
- ✓ Implementar sistemas de riego que eviten y minimicen los peligros de sedimentación y salinización. (Garcia de Miguel 2011).

2.2. Infiltración del agua y escorrentía en suelos degradados.

Infiltración es el proceso en la superficie donde el agua penetra en el suelo. La tasa de infiltración, en la ciencia del suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Se mide en milímetros por hora. Las disminuciones de tasa hacen que el suelo se sature. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, se producirá escorrentía a menos que haya alguna barrera física. (Perez 2014).

El proceso de infiltración puede llevarse a cabo si existe algún espacio disponible para el agua adicional en la superficie del suelo. La cantidad disponible del agua adicional,

depende considerablemente de la porosidad del suelo y de la tasa a la cual el agua antes infiltrada se aleja significativamente de la superficie a través del suelo. Se conoce como capacidad de infiltración, a la tasa máxima a la que el agua puede ingresar en un suelo. Si la llegada del agua a la superficie del suelo es menor que la capacidad de infiltración, toda el agua se infiltrará. Si la precipitación es continua en la superficie del suelo el agua comienza a estancarse y se produce la escorrentía sobre la superficie de la tierra, una vez que la cuenca de almacenamiento está llena (Blaquer 2005).

La escorrentía es el agua que camina o circula por la superficie terrestre y se concentra en los ríos. Esta es generada por la lluvia sobre todo en áreas forestales, El flujo subsuperficial ósea el agua que no circula en régimen de lámina libre sino se infiltra inicialmente, escapa de la evapotranspiración y en vez de constituir infiltración eficaz circula horizontalmente por lugares donde no está saturada el agua hasta volver a la superficie (Domenico y Schwartz 1990).

La degradación del suelo es un proceso de disminución de la capacidad actual y potencial del suelo para producir bienes o servicios cuantitativamente o cualitativamente. Este proceso incluye una serie de cambios físicos, químicos y biológicos en las propiedades y procesos que llevan a una disminución de la calidad del suelo (O'Connor 1993).

Como efecto la erosión en la degradación o fertilidad del suelo da como consecuencia la dispersión que ocasiona un sello superficial que disminuye sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo (Duley y Ellison 1987; 1947). En el momento en que la precipitación pasa a ser mayor que la tasa de infiltración de agua en el suelo, se produce la retención y detención superficial del agua y, posteriormente, el escurrimiento superficial del agua que no infiltra (Meyer 1976).

El excesivo pisoteo y la mala distribución de los animales en los países húmedos tropicales afecta directamente a los suelos en su compactación disminuyendo la capacidad de infiltración y aumentando la escorrentía superficial al igual que su estabilidad y estructura (Leblanc et al., 1999).

La causante de pérdidas de suelo, pérdidas de nutrientes, cambios en la morfología de las corrientes de agua, contaminación del agua por sólidos en suspensión es la erosión (Leblanc et al., 1999).

La corteza limita la infiltración de agua y la penetración de las raíces de las plantas. El pisoteo del ganado puede remover esta corteza ayudando a la mezcla de desechos y semillas con partículas de suelo (Leblanc et al., 1999).

La calidad del suelo es la propiedad o naturaleza para distinguir las características de intercambios importantes de masa y energía. El suelo es un sistema heterogéneo trifásico conformado por elementos sólidos, que se caracteriza por adoptar propiedades durante su evolución, confiriéndole la capacidad de poder satisfacer en mayor o menor medida las necesidades vitales de crecimiento para las plantas y otros organismos (Vasquez 1993).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y Duración del experimento

El ensayo se encuentra localizado en la sub cuenca alta del río puyo, dentro de la provincia de Pastaza cuadro N° 1 en los puntos con mayor representatividad ganadera del cantón Pastaza.

Cuadro 1 Ubicación de los Sectores Ganaderos

DESCRIPCIÓN					
SECTOR	GPS EN X	GPS EN Y	TIPO DE USO DE SUELO 1 (CULTIVO)	TIPO DE USO DE SUELO 2 (PASTO)	TIPO DE USO DE SUELO 3 (BOSQUE)
FATIMA	833153	9841822	PASTO Y GRAMALOTE	CAÑA, YUCA, PLATANO	PIGUE, GUABA, GUARUMO, GUADUA, GUAYABA
LAS AMERICAS	833783	9839586	PASTO	CAÑA	BALSA, ACHOTILLO, COLCA, PIGUE, GUABA, GUARUMO, MISAPU
SECTOR 2 1/2	834055	9837113	PASTO	CAÑA	PIGUE, GUARUMO, MATA PALO, BALSA, ACHOTILLO, GUABA
PAICO	836366	9834548	PASTO	CAÑA, PIÑA, YUCA, PLATANO	PIGUE, GUABA, LAUREL, MATA PALO, GUARUMO, PALMA
UNION BASE	837845	9831134	PASTO	CAÑA Y PLATANO	ANONAS, GUARUMOS, PUMA OSA, BALSA, PIGUE, ACHOTILLO, PALMA

Fuente: Autor

Para la selección de los puntos para el proyecto de investigación se consideró la tabla donde se determina la población de cabezas de ganado por parroquias facilitadas por el MAGAP (Anexo N° 1).

En el caso de la agricultura se tomó como referencia cultivos permanentes y para el caso del pasto se tomó como uniformidad la medida en un pasto recientemente pastoreado, a fin de diferenciar las características del suelo y de escorrentía generadas en cada tipo de uso de suelo y estimar el potencial impacto de la actividad ganadera.

Para ello se delimitó cinco sectores claves para la comparación de los principales tipos de uso de suelo: agricultura, ganadería y bosque secundario. Las muestras se tomaron de la parte central de los tipos de uso de suelo mencionados que no deberán tener un área inferior a 0,5 ha, a fin de garantizar su homogeneidad y validez.

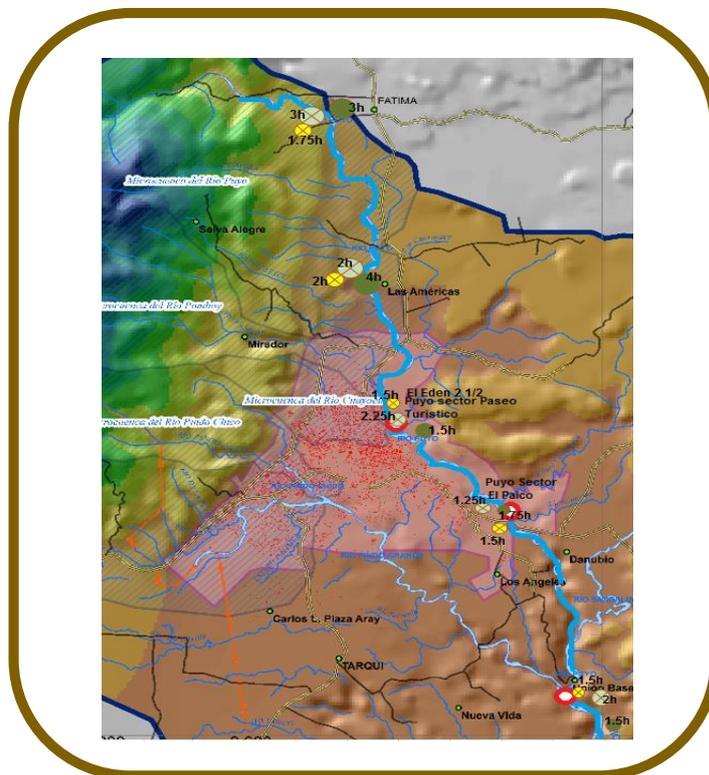


Grafico 1 Subcuenca Hidrográfica Alta del Río

Fuente: (PASTAZA 2014)

Adaptada: Autor

3.2. Condiciones Meteorológicas

En la ciudad de Puyo el clima es cálido húmedo, su temperatura varía entre los 18° y 33° C. debido a su altitud (924 m. sobre el nivel del mar) su precipitación media anual es de 4500mm. Se encuentra en la Región Amazónica del Ecuador, en el occidente de la provincia de Pastaza; aproximadamente a unos 45 minutos de Baños por una carretera asfaltada de muy buena calidad. (ECURED 2015).

Examinando la tabla de precipitación y temperatura desde el 2000 hasta el 2007 se ha realizado el proyecto de investigación en los meses de **ABRIL y MAYO**, por ser los meses donde existen un rango de precipitaciones altas en la ciudad de Puyo.

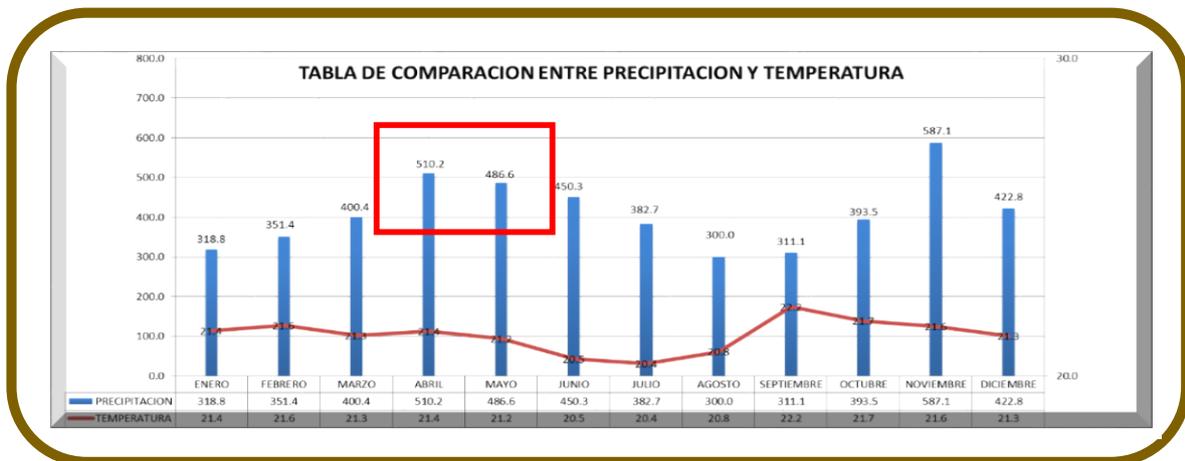


Gráfico 2 Tabla de Precipitaciones y Temperatura

Fuente: (INAMHI 2000-2007)

Adaptada: Autor

3.3. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se usarán para la elaboración del proyecto de tesis son:

Materiales de campo:

- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Flexómetro.
- ✓ Botas de goma.
- ✓ Overol.
- ✓ Pala.
- ✓ Fundas plásticas.

- ✓ Cuchillo.
- ✓ Lapicero.
- ✓ Cooler.
- ✓ Recipientes esterilizados.
- ✓ Marcador.
- ✓ Cinta adhesiva.
- ✓ Cronometro.
- ✓ Regla.
- ✓ Manguera.
- ✓ Embudo.
- ✓ Malla.
- ✓ Silicona.
- ✓ Pluviómetros caseros.
- ✓ Plástico.
- ✓ Machete.
- ✓ Tuvo PVC de 25cm de diámetro.
- ✓ Escalimetro

Equipos de Campo

- ✓ GPS.
- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Laboratorios de química y Suelos.
- ✓ Kits.
- ✓ pH-metro
- ✓ Conductímetro

Materiales y equipos de Oficina

- ✓ Hojas de papel bond.

- ✓ Internet.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Computador.
- ✓ Impresora.

3.4. Factores de estudio

3.4.1. Suelo:

Se realizo ensayos de infiltración para determinar los impactos negativos que son ocasionados por el arrastre de sedimentos por las escorrentías en los sectores ganaderos.

El suelo como parte superficial de la corteza terrestre se consideró para el proyecto realizar la investigación de algunos parámetros como:

Cuadro 2 Parámetros del Suelo.

PARAMETROS DEL SUELO			
FISICOS	QUÍMICOS		UNIDADES
TEXTURA	Fosfatos	PO4	mg/L
MATERIA ORGANICA	Nitratos	NO3	mg/L
	Sulfatos	SO4	mg/L
	Aluminio	Al	mg/L
	Calcio	Ca	mg/L
	Magnesio	Mg	mg/L
	Potasio	K	mg/L

Fuente: Autor

3.4.2. Agua:

El agua como el componente principal de todos los seres vivos está presente en la investigación para el estudio de los diferentes parámetros físico-químicos que las muestras de escorrentía fueron recolectadas en los sectores ganaderos en cada tipo de suelo.

La recolección de las muestras se las realizo diariamente en tres secciones de 7 días cada sección, colocando 3 pluviómetros en cada parcela de cada tipo de suelo sacando una media de eso 3 pluviómetros, se recolecto en las parcelas de 3x3m² una muestra en un envase estéril que luego se lo analizo todos los parámetros a estudiar en los laboratorios asignados.

Cuadro 3 Parámetros del Agua.

PARAMETROS DEL AGUA			
FISICOS	QUÍMICOS		UNIDADES
pH	Fosfatos	PO4	mg/L
T° (Grados centígrados)	Nitratos	NO3	mg/L
C.E. (simens/m)	Sulfatos	SO4	mg/L
	Aluminio	Al	mg/L
	Calcio	Ca	mg/L
	Magnesio	Mg	mg/L
	Potasio	K	mg/L

Fuente: Autor

3.4.3. Vegetación y cobertura del suelo:

La vegetación o cobertura vegetal cumple como proveedor de funciones ecológicas como almacenamiento y producción de energía.

En la investigación se realizó un transecto (parcelas) de 10x5m en cada sector que se designó al proyecto, donde se cuantificó la vegetación arbustiva y arbórea a fin de caracterizar la composición del bosque secundario.

3.5. Diseño experimental

Para la investigación se escogió primordialmente los meses de Abril y Mayo por ser los meses de mayor pluviosidad en la Cuenca Alta del Río Puyo basándonos en las tablas de precipitaciones y temperatura anuales del (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA-INAMI. 1980-2009).

De conformidad se estableció los puntos de mayor influencia ganadera basándome en la tabla de cabezas de ganado existente en Pastaza proporcionado por el (MAGAP 2014), para escoger los más cercanos a la Cuenca Alta del Río Puyo.

En base a lo expresado en el acápite de localización y duración del experimento, se realizó análisis de medias. A fin de estimar un modelo de impacto de los parámetros en estudio.

3.5.1. Procesamiento estadístico:

Se lo realizó en el departamento de estadística con el método de ADEVA (Análisis de Varianza), en el programa **IBM SPSS V22**.

El muestreo se realizó durante 3 semanas en la época lluviosa.

Las variables analizadas fueron:

PO₄ mg/l, NO₃ mg/l, SO₄ mg/l, Al mg/l, Ca mg/l, Mg mg/l y K mg/l

Otras variables fueron:

Cantidad de precipitación, velocidad de infiltración, escorrentía superficial, pendiente, temperatura, pH e infiltración.

El esquema de los tratamientos es como sigue:

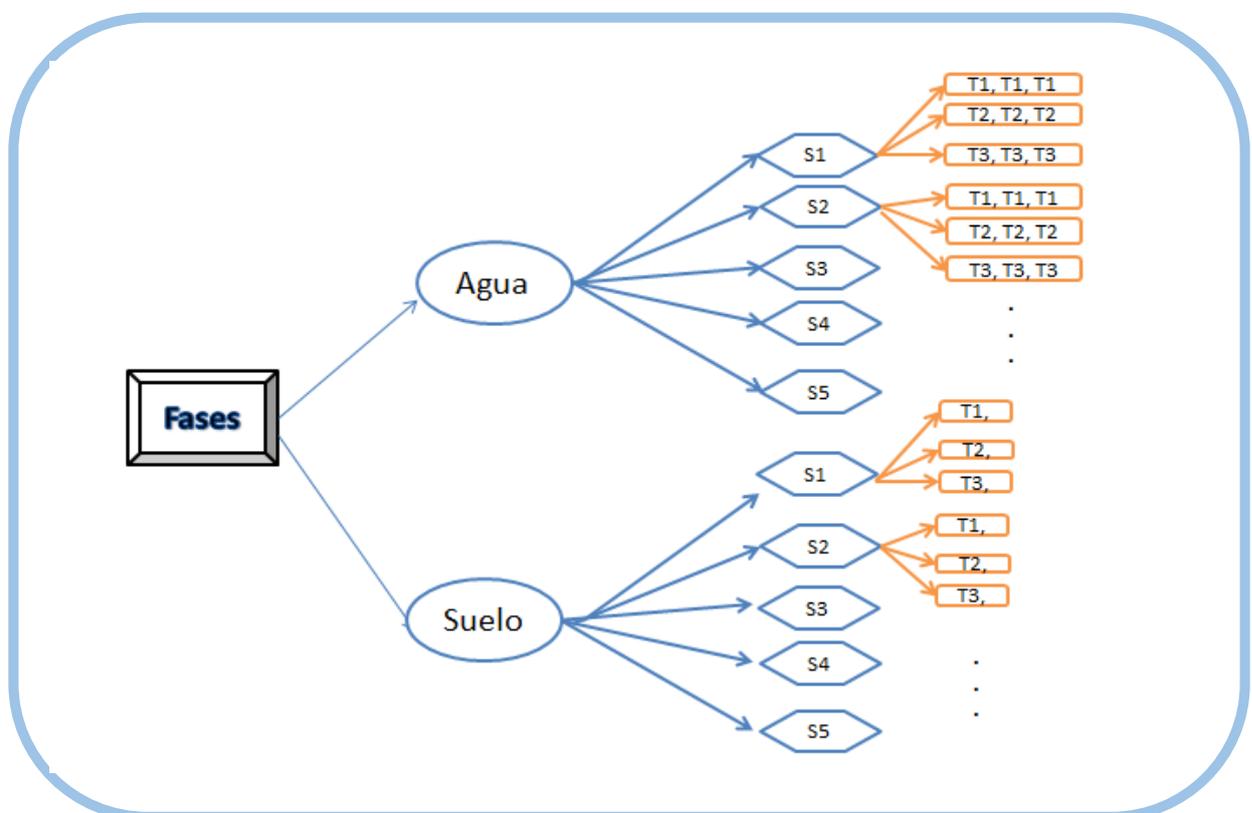


Grafico 3 Esquema de los tratamientos generalizado.

Fuente: AUTOR

AGUA		REPLICAS		
SITIO X	TIPO DE USO DE SUELO	S E M A N A 1	S E M A N A 2	S E M A N A 3
	CULTIVO	T1	T1	T1
FATIMA	PASTO	T2	T2	T2
	BOSQUE	T3	T3	T3
	CULTIVO	T1	T1	T1
LAS AMERICAS	PASTO	T2	T2	T2
	BOSQUE	T3	T3	T3
	CULTIVO	T1	T1	T1
SECTOR 2 1/2	PASTO	T2	T2	T2
	BOSQUE	T3	T3	T3
	CULTIVO	T1	T1	T1
PAICO	PASTO	T2	T2	T2
	BOSQUE	T3	T3	T3
	CULTIVO	T1	T1	T1
UNION BASE	PASTO	T2	T2	T2
	BOSQUE	T3	T3	T3

Cuadro 4 Esquema de tratamientos detallado para agua.

Fuente: AUTOR

SUELO		REPLICAS
SITIO X	TIPO DE USO DE SUELO	S E M A N A ¹
	CULTIVO	T1
FATIMA	PASTO	T2
	BOSQUE	T3
	CULTIVO	T1
LAS AMERICAS	PASTO	T2
	BOSQUE	T3
	CULTIVO	T1
SECTOR 2 1/2	PASTO	T2
	BOSQUE	T3
	CULTIVO	T1
PAICO	PASTO	T2
	BOSQUE	T3
	CULTIVO	T1
UNION BASE	PASTO	T2
	BOSQUE	T3

Cuadro 5 Esquema de tratamientos detallado para suelo.

Fuente: AUTOR

Nota: En el caso de la selección de las muestras en el suelo se trabajó directamente con las medias y con el agua se trabajó con todas las muestras en el programa SPSS versión 2.2.

El análisis estadístico se realizará para cada fase por separado y en el caso de las muestras de agua por tener repeticiones (semanas), se podrá determinar las interacciones de primer orden según factorial completamente aleatorizado (5*3).

Modelo Estadístico

$$y = \mu + S_i + T_j + (S_i T_j) + \epsilon_{IJ}$$

y: en un acaso individual

μ : media general

S_i : Sitios de muestreo $i= 1, 2, 3, 4$ y 5

T_j : Tipos de Usos de suelos $j=1, 2$ y 3

$S_i T_j$: interacción Sitios x Uso de Suelo para combinaciones de i, j

ϵ_{ij} : error aleatorio normalmente distribuido con media 0 y varianza constante

3.6. Mediciones Experimentales

Se midió la cantidad de escorrentía, pluviosidad e infiltración (Gráfico **N°4, 5, 6**). En los laboratorios se analizó los parámetros físico químico del suelo y agua de las muestras recolectadas en el proyecto (Gráfico **N° 7-27**).

Se determinó las alturas de los horizontes respectivamente (Cuadro **N° 6**). Las alturas en cada Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo en los horizontes (Gráfico **N° 28**).

La velocidades de infiltración en los diferentes horizontes (Grafico **N° 30**).

De igual manera se analizó la gradiente en los diferentes tipos de usos de suelo (Gráfico **N° 29**).

Se procedió a realizar una parcelas de $3 \times 3 \text{m}^2$ en cada uso de suelo, en terrenos que tienen una pendiente del 1% al 20% respectivamente para cada una de ellas, en la parte inferior de la parcela se implementó un embudo con malla que estará pegado a una manguera colocando al otro extremo un botellón herméticamente sellado donde cayó el agua de escorrentía de la parcela, de igual manera se colocó tres pluviómetros caseros ubicados en las parcelas, lo que se repitió para cada repetición en cada tipo de uso de suelo.

La toma de muestras se las realizó en 7 días seguidos con tres repeticiones para respectivo uso del suelo en agua y suelo en los sectores:

- 1.- En el sector de cultivo.
- 2.- En el pasto.
- 3.- Y en el Bosque secundario.

Para la recolección de muestra de suelo se realizó primero una excavación de 1m^3 en cada sector, colocando un tubo de PVC de 12.5cm de diámetro en cada horizonte. Se procede a verter el agua en el tubo, se procedió al cálculo respectivo con el cronometro tomando el tiempo que tarda en infiltrar el agua en un minuto y el tiempo en que tardó el suelo en absorber totalmente el agua,

Se extrajo una muestra de suelo en cada horizonte identificado en el 1m^3 de cada uso de tipo de suelo de los diferentes sitios, estas muestras se las coloco en un funda ziplock y se los traslado al laboratorio de suelos para secarlos, molerlos y cernirlos respectivamente, seguidamente se realizó su análisis de los componentes del experimento, se identificó el grado de absorción, la velocidad de infiltración existentes en: Fátima, Las Américas, Puyo (Sector 2 ½), Paico e Unión Base, a fin que se determinó su grado de infiltración.

Los parámetros PO_4 , NO_3 , SO_4 , Al, Ca, Mg, K fueros examinados en los laboratorios de Química, laboratorio de Suelos, para las muestras de agua y suelo respectivamente.

Se identificaron los tipos de vegetación en cada sector para recomendar una reforestación con la especie dominante para minimizar la contaminación del río por la actividad ganadera.

3.7. Manejo del experimento.

En la presente investigación se realizó un trabajo de campo tomando 1 muestra de suelo compuesta a dos profundidades identificando los dos primeros horizontes, y dos pruebas de infiltración en campo por cada horizonte en estudio hasta una profundidad de 1 m. Se analizó como máximo 7 muestras de escorrentía para su análisis en laboratorio, y se medirá la precipitación de 7 días consecutivos con tres réplicas medidas en cada día.

Lo anterior se realizó para cada uno de los tipos de suelo en estudio: agricultura permanente, bosque secundario y pasto; en cinco puntos de la sub cuenca alta del Río

Puyo (Gráfico N° 1), y se obtuvo tres réplicas de los análisis antes planteados, durante tres semanas completas para cada uno de los tipos de uso de suelo prioritarios de acuerdo a la mayor distribución de la influencia bovina (Anexo N°1 concentración de influencia bovina por parroquias).

Las mediciones se realizaron según los procedimientos e instructivos de operación de los diferentes equipos (pH-metro, Conductímetro) y los resultados de los análisis de campo se registran en el formato de muestreo de los laboratorios de Química y Suelos Respectivamente.

Se recolecto muestras de agua en los diferentes puntos seleccionados en la Sub Cuenca Alta del río Puyo analizándolos adecuadamente y diariamente.

- Se realizó de la localización de los puntos de muestreo real con GPS y su área de estudio (esperando que la precisión sea la mayor posible) (Cuadro N° 1).
- Se caracterizó el sitio con fotografías
- La toma de muestras de escorrentía se la realizó extrayendo del botellón implementado en nuestra parcela de 3m x 3m.

Después de recolectar las muestras de agua del recipiente que se colocó en cada parcela, se los traslado las muestras diariamente al laboratorio de Química para medir los parámetros respectivamente, siguiendo los siguientes pasos:

Se calibran los equipos, se esteriliza las sondas y, se sumerge suavemente la sonda limpia del equipo en el cuerpo de agua extraído en el campo.

Las mediciones se realizaron según los procedimientos e instructivos de operación de los kits respectivamente.

Una vez recolectadas las muestras de agua, se analizó los parámetros físicos y químicos, con la utilización de los laboratorios de química y suelos autorizados por la máxima autoridad de la Universidad Estatal Amazónica.

Como se planteó anteriormente se realizó los análisis de los parámetros que nos ayudaron a la comparación de los elementos de bases intercambiables, de igual manera se realizó el análisis de PH y Conductividad Eléctrica.

De igual manera para el análisis de las muestras de suelo recolectadas a 30cm de cada tipo de usos de suelo de los diferentes sitios del proyecto, las muestras fueron llevadas a laboratorio de suelos para los respectivos análisis la cual fueron realizadas por kit, titulación y por absorción atómica.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Escorrentía

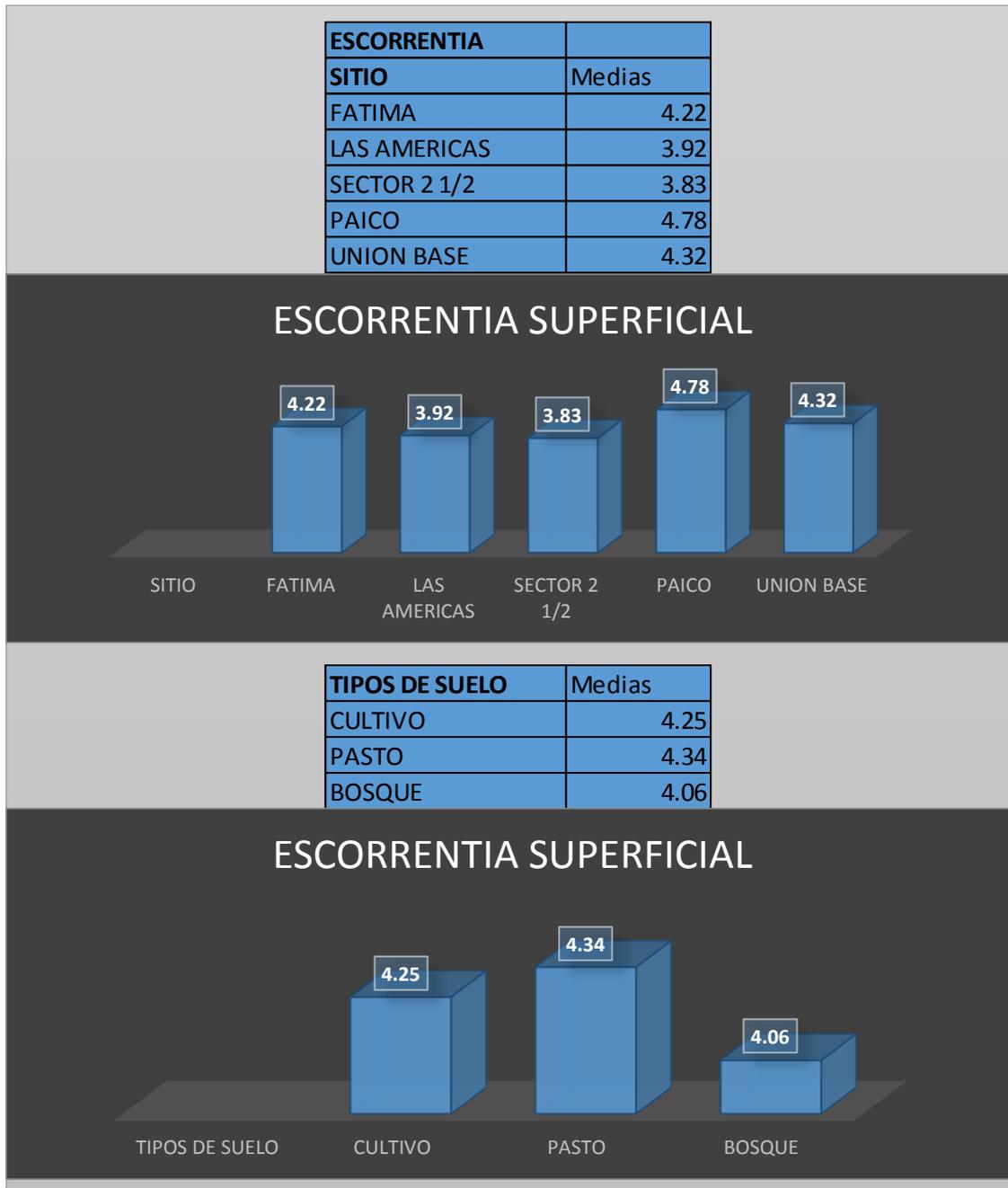


Grafico 4 Escorrentía superficial por Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo (mm).

Fuente: Autor

En el grafico N°4 se observa que la escorrentía superficial en los tipos de usos de suelo es mayor pasto y menor en bosque secundario. De igual manera para los Sitios de muestreo existe una escorrentía superficial mayor en el sector del Paico y menor en el Sector del 2 ½.

4.2. Precipitación

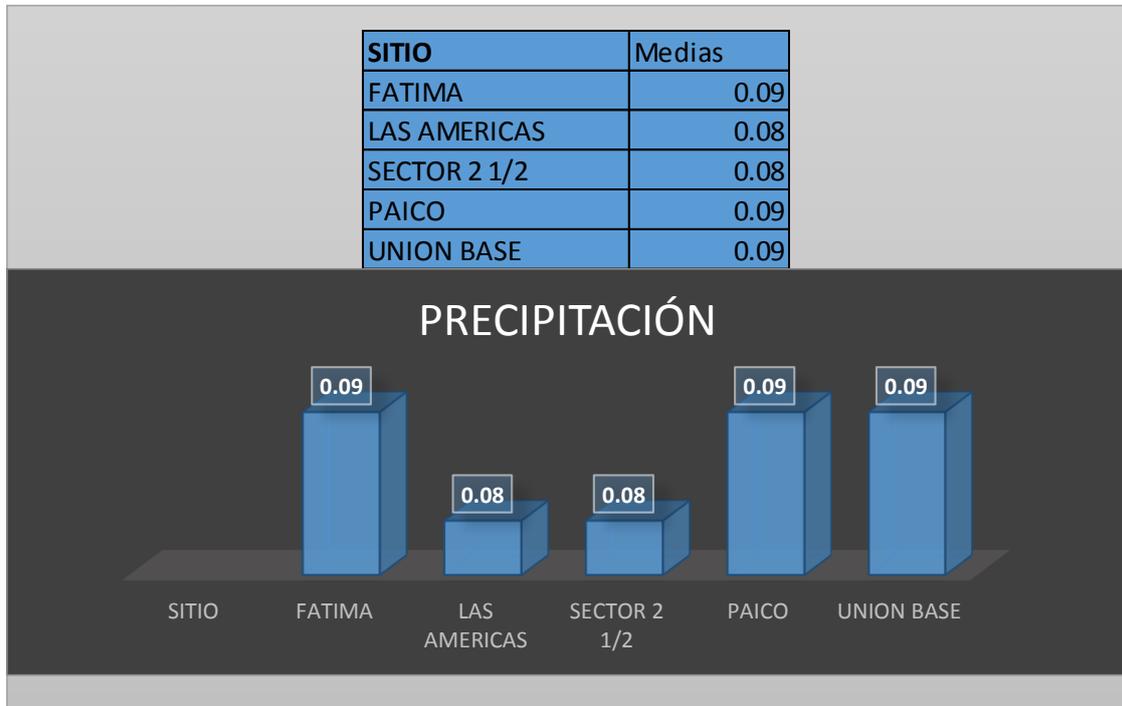


Grafico 5 Precipitación por Sitios de muestreo y en los diferentes tipo de uso de suelo (mm).

La precipitación en el (Gráfico N°5) no presenta diferencia significativa para cada Sitio de muestreo ni para los tipos de usos de suelo.

Por cada Sitio se tiene un rango máximo de 0.09mm y un mínimo de 0.08mm. Para los diferentes tipos de usos de suelo como máximo de 0.09mm y un mínimo de 0.08mm. Se tiene una precipitación similar entre Fátima, Paico, Unión Base y entre Las Américas y Sector 2 ½ respectivamente.

4.3. Infiltración

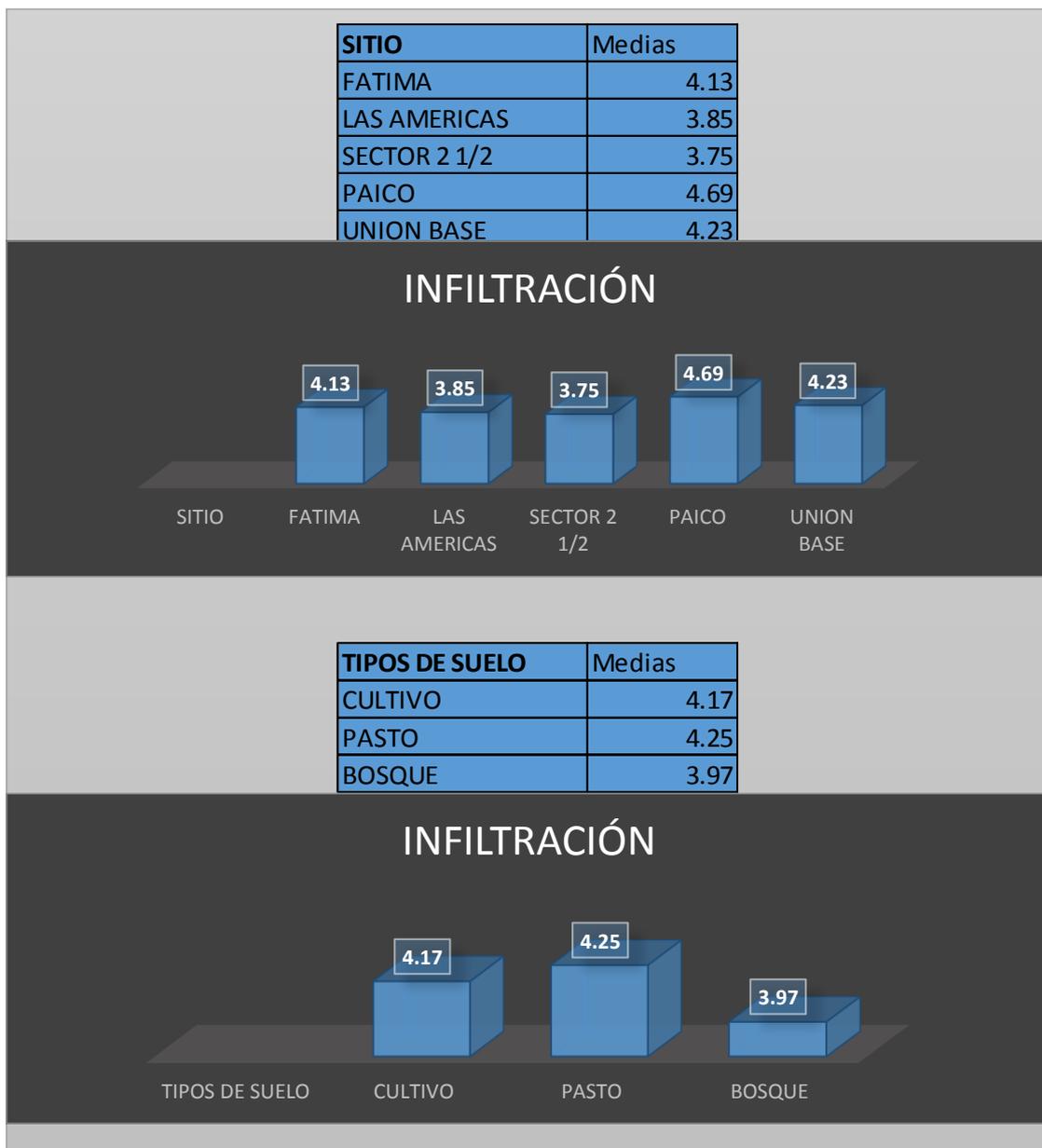


Grafico 6 Infiltración por Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo (mm).

Fuente: Autor

Las infiltraciones en el (Gráfico N°6) no presenta significancia alguna para cada Sitio de muestreo ni para los diferentes tipos usos de suelo.

Para cada Sitio de muestreo existe un rango máximo de 4.69mm y un mínimo de 3.75mm.

Para los diferentes tipos de usos de suelo el rango máximo de 4.25mm y un mínimo de 3.17mm.

En infiltración para cada Sitio de muestreo no hay una diferencia mayor existiendo unos rangos semejantes.

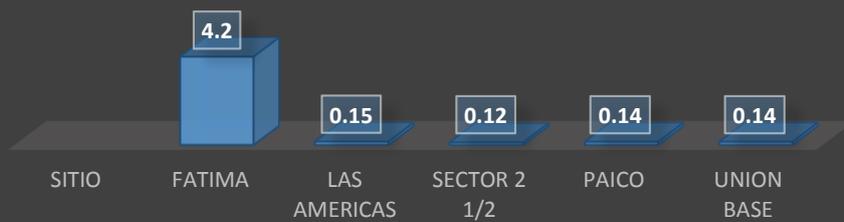
En la infiltración por los diferentes tipos de usos de suelo en el pasto existe mayor infiltración y en el bosque la menor infiltración.

A pesar de que no son estadísticamente significativos se puede observar una varianza en los tipos de usos de suelo por los rangos mínimos que oscilan entre 3.97mm en bosque, 4.25mm en pasto y 4.17mm en cultivo.

4.4. Fosfato

SITIO	Medias
FATIMA	4.2
LAS AMERICAS	0.15
SECTOR 2 1/2	0.12
PAICO	0.14
UNION BASE	0.14

PO₄



SITIO	Medias
FATIMA	0.19
LAS AMERICAS	0.35
SECTOR 2 1/2	0.25
PAICO	0.38
UNION BASE	0.49

PO₄



Grafico 7 Medias por sitios de muestreo del PO₄ en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).

Fuente: Autor

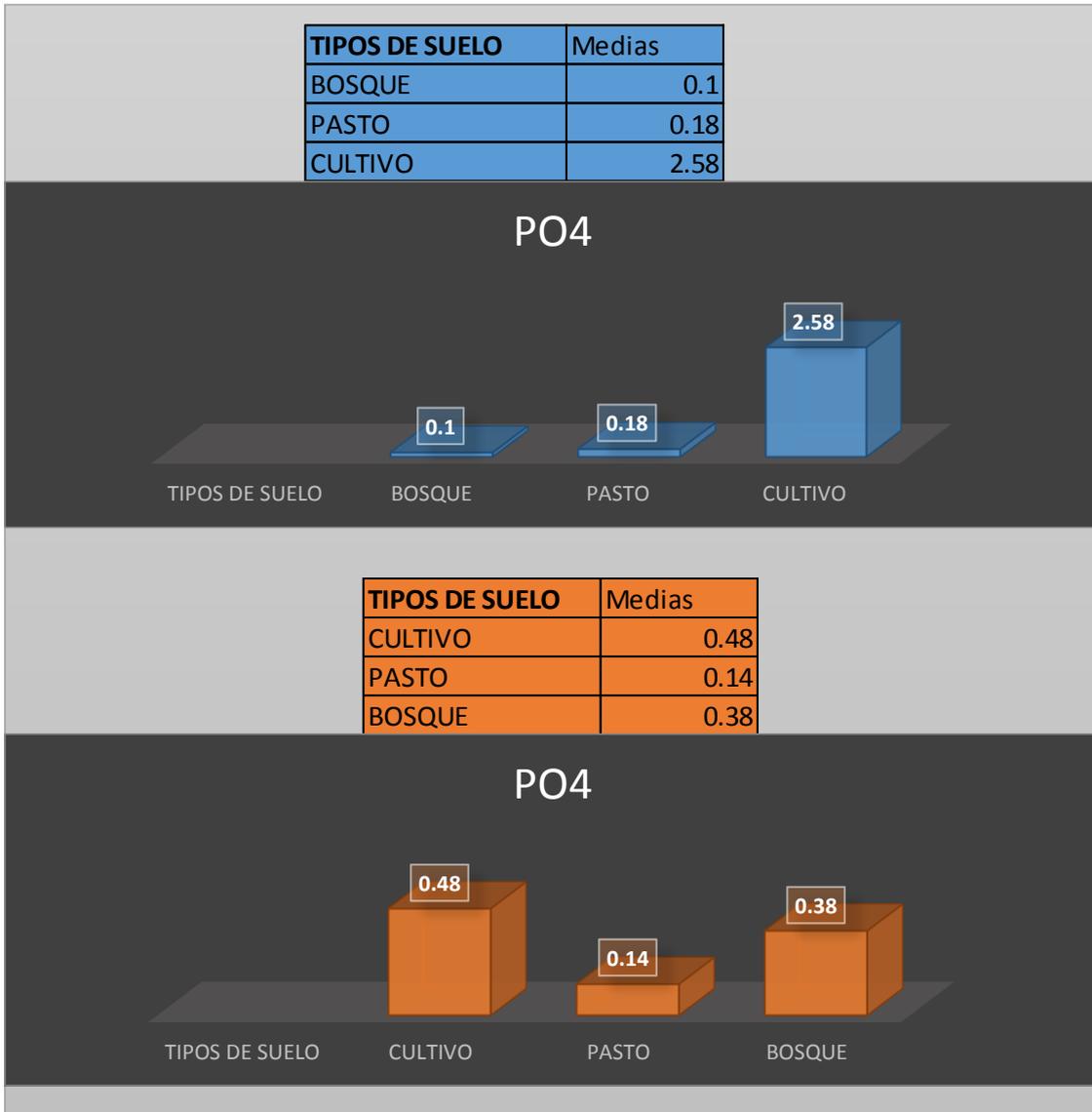


Grafico 8 Medias por los diferentes tipos de usos de suelo del PO₄ en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).

Fuente: Autor

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

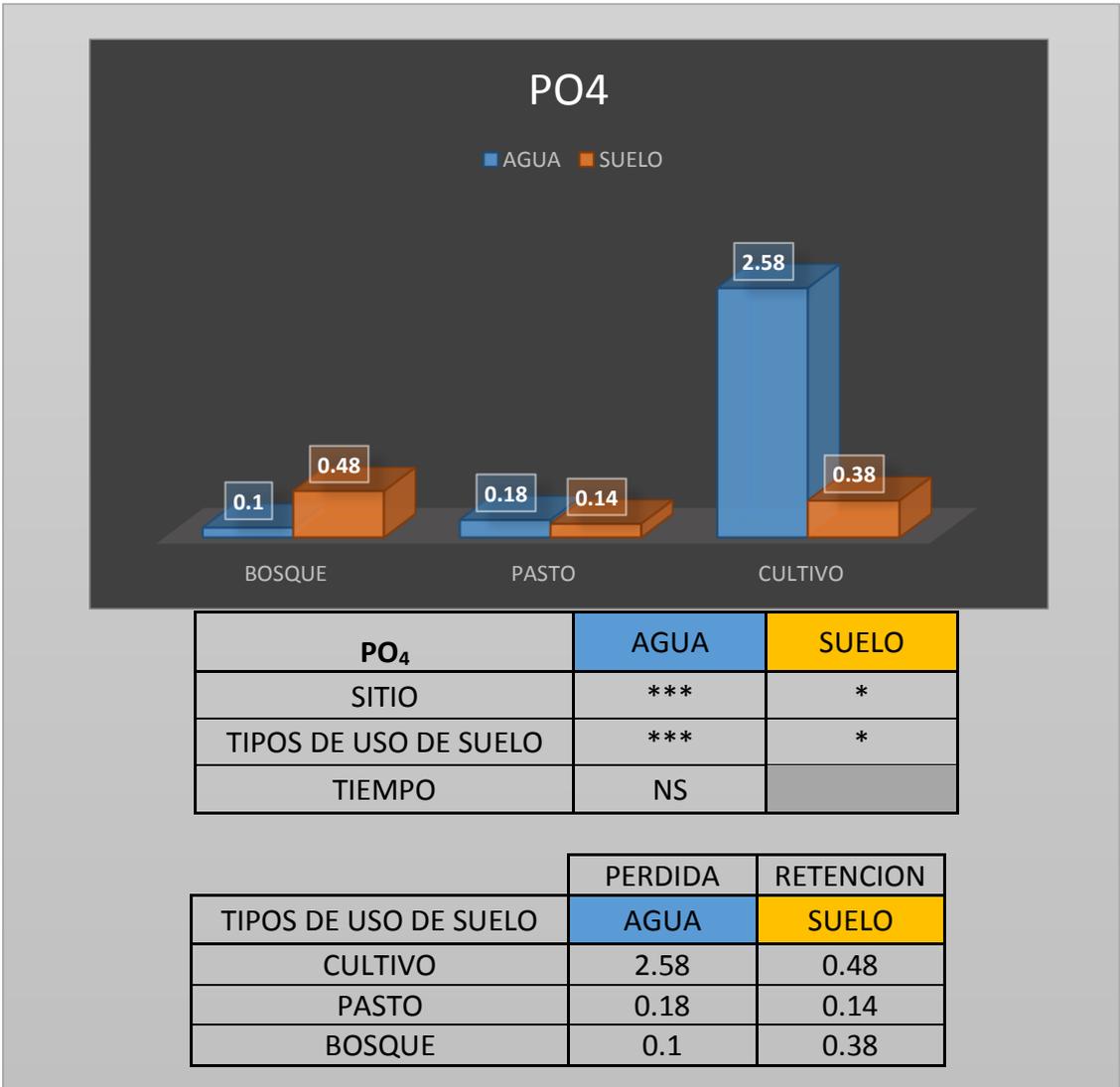


Gráfico 9 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Fosfato (Mg/L)

Fuente: Autor

La concentración de Fosfato en el (Gráfico N°9) nos indica que es altamente significativo en el agua de escorrentía para cada Sitio de muestreo y para suelo es poco significativo, de igual manera nos indica que en los diferentes tipos de uso de suelo es altamente significativo para agua de escorrentía y para el suelo es poco significativo.

En el análisis de agua de escorrentía la mayor cantidad de PO₄ se encuentra en el cultivo y la menor cantidad en el bosque.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de PO₄ se encuentra en el en el cultivo y la menor cantidad en el pasto.

4.5. Nitrato

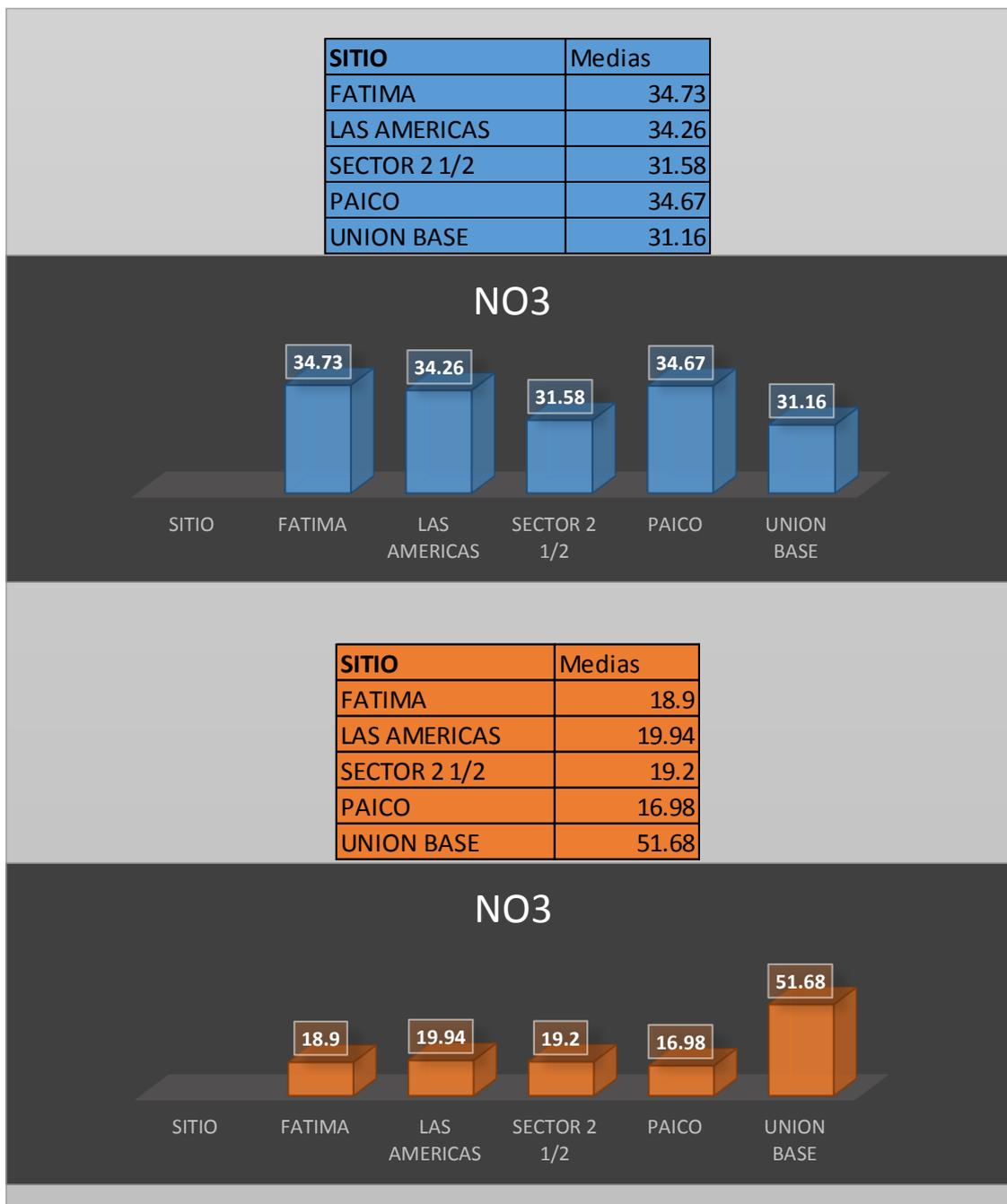


Grafico 10 Medias por Sitios de muestreo del NO3 en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).

Fuente: Autor

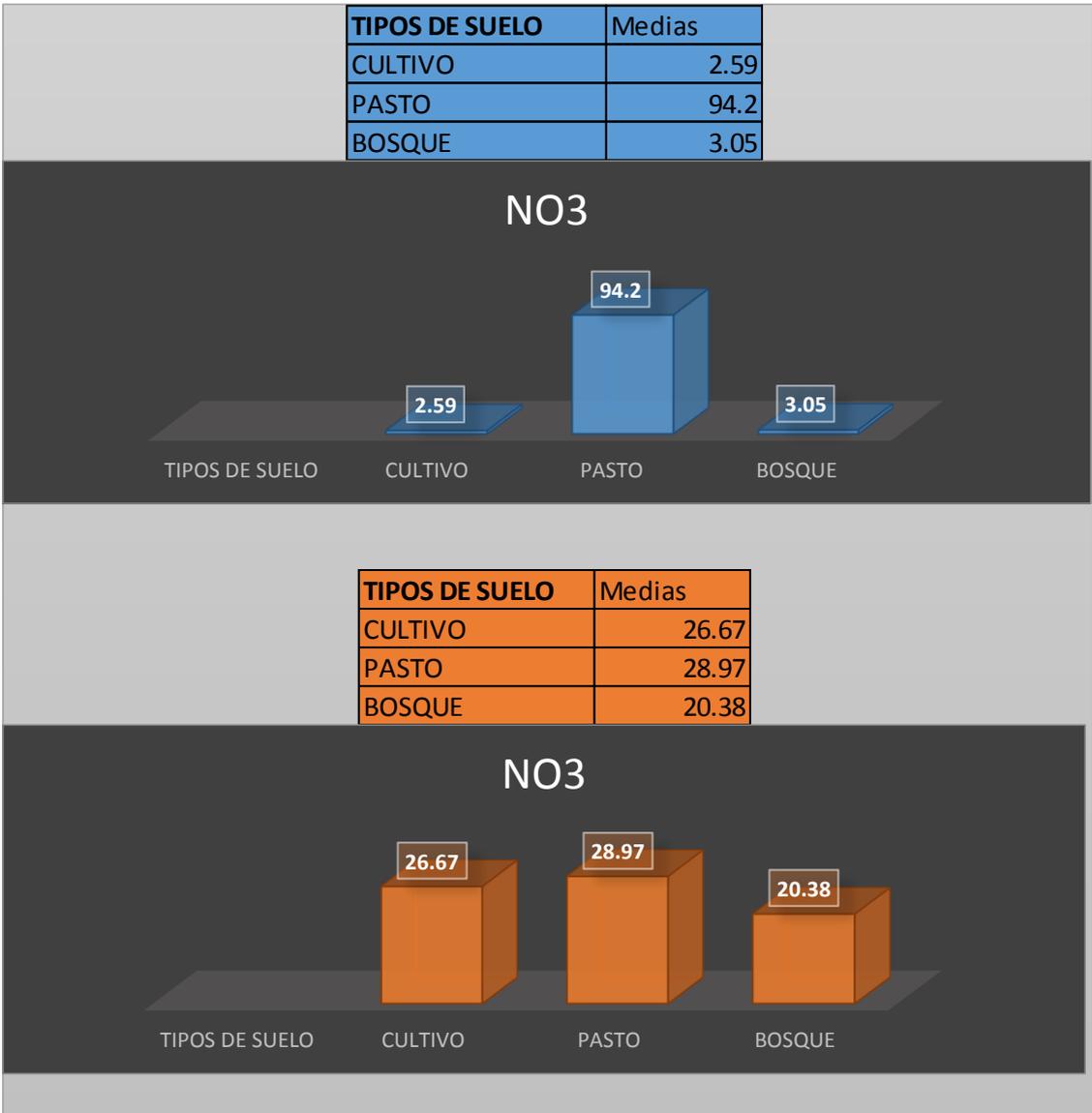


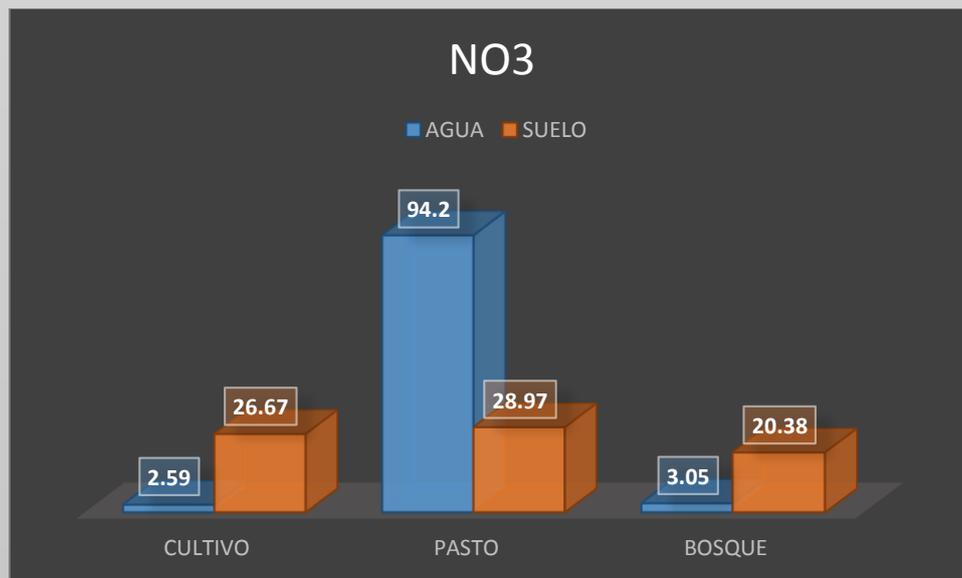
Grafico 11 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo de NO3 en agua de escorrentía superficial y suelo (Mg/l).

Fuente: Autor

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).



NO3	AGUA	SUELO
SITIO	***	*
TIPOS DE USO DE SUELO	NS	NS
TIEMPO	NS	

	PERDIDA	RETENCION
TIPOS DE USO DE SUELO	AGUA	SUELO
CULTIVO	2.59	26.67
BOSQUE	3.05	20.38
PASTO	94.2	28.97

Gráfico 12 Representación gráfica de resultados de significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Nitratos (Mg/L)

Fuente: Autor.

La concentración de Nitrato en el (Gráfico N° 12) es altamente significativo para Sitios de muestreo en agua de escorrentía y poco significativo para suelo, en cambio para los diferentes tipos de usos de suelo no es significativo para agua de escorrentía ni para suelo.

En el análisis de agua de escorrentía la mayor cantidad de NO₃ está presente en el pasto y la menor cantidad en el cultivo.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de NO₃ está presente en el pasto y menor cantidad en el bosque.

SITIO	Medias
FATIMA	37.44
LAS AMERICAS	33.67
SECTOR 2 1/2	36.78
PAICO	36.33
UNION BASE	37.44

SO4



SITIO	Medias
FATIMA	337
LAS AMERICAS	222.67
SECTOR 2 1/2	262
PAICO	294
UNION BASE	495

SO4



Grafico 13 Medias por Sitios de muestreo de agua de escorrentía superficial y suelo de Sulfato (Mg/l).

Fuente: Autor

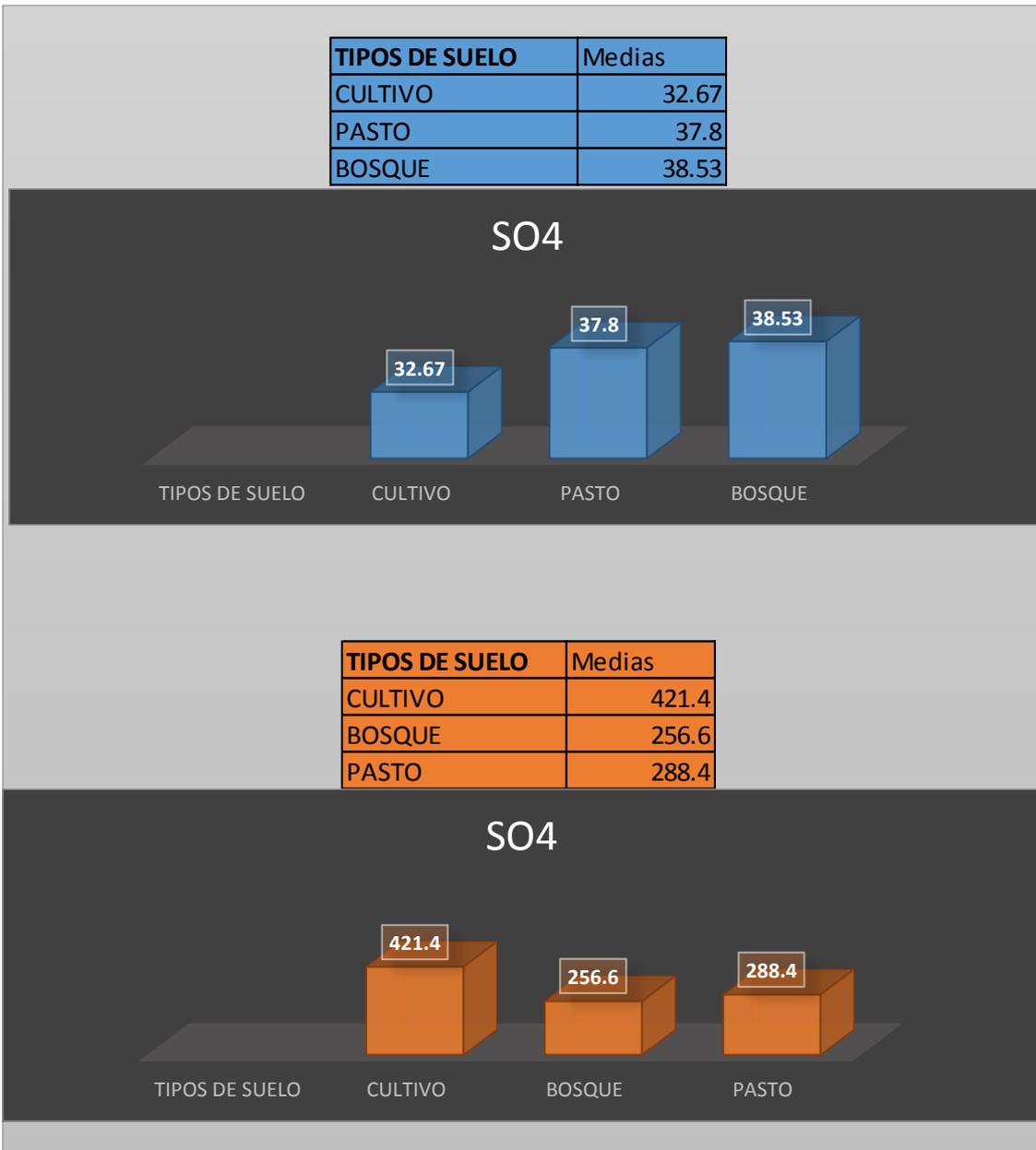


Grafico 14 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Sulfato (Mg/l).

Fuente: Autor.

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

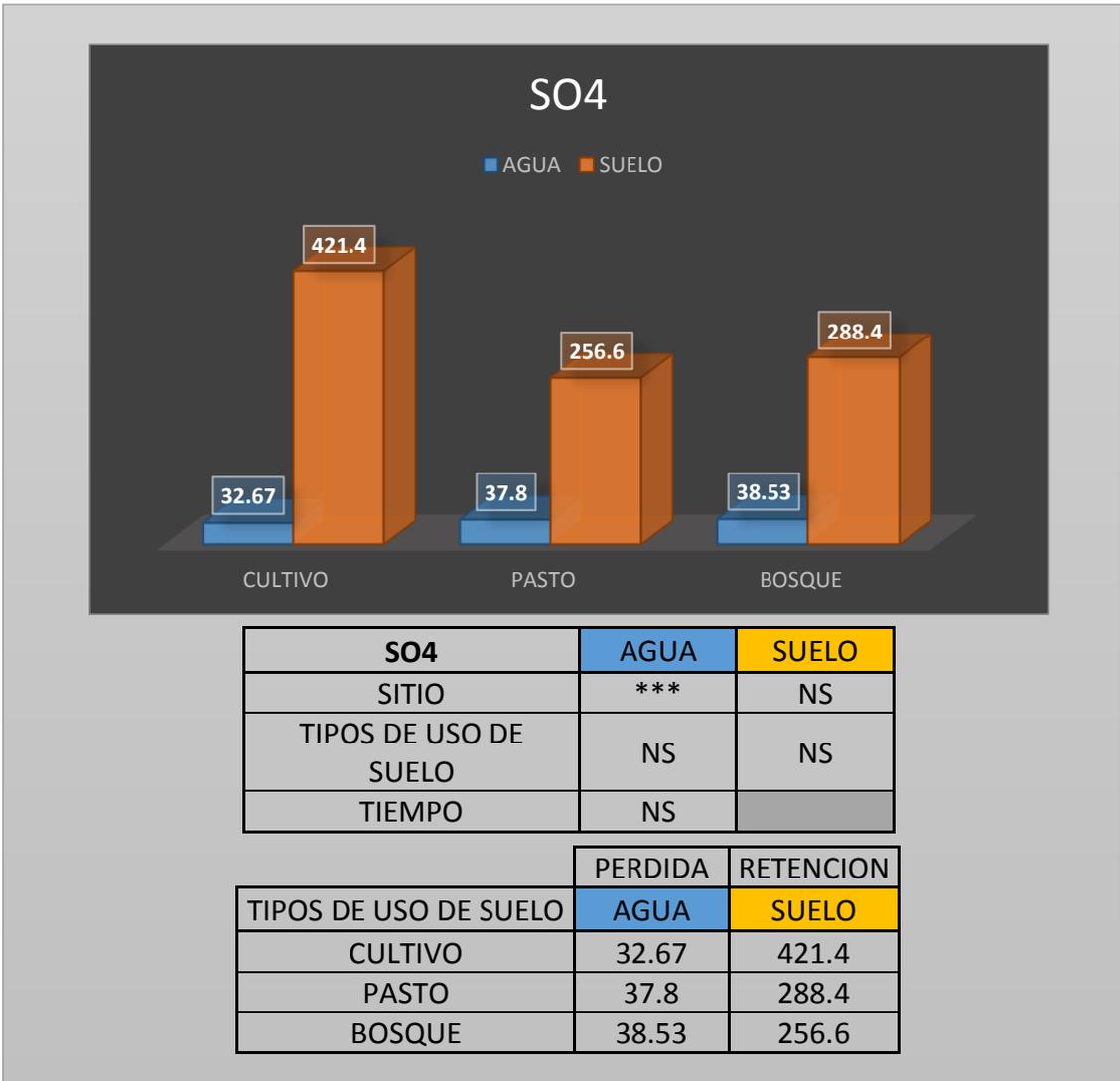


Grafico 15 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Sulfato (Mg/l).

Fuente: Autor

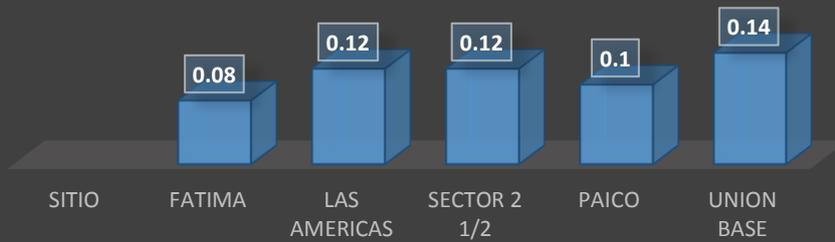
La concentración de Sulfato en el (Gráfico N°15) es altamente significativo en sitio para agua de escorrentía y no significativo para suelo, y para los diferentes tipos de uso de suelo no es significativo para agua de escorrentía y para suelo.

En el análisis de agua de escorrentía la mayor cantidad de SO₄ está presente en el bosque y la menor cantidad en el cultivo.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de SO₄ está presente en el cultivo y la menor cantidad en el bosque.

SITIO	Medias
FATIMA	0.08
LAS AMERICAS	0.12
SECTOR 2 1/2	0.12
PAICO	0.1
UNION BASE	0.14

AL



SITIO	Medias
FATIMA	20.9
LAS AMERICAS	31.4
SECTOR 2 1/2	35.9
PAICO	21.7
UNION BASE	24.7

AL



Grafico 16 Medias por Sitios en agua de escorrentía superficial y suelo de Aluminio (Mg/l).

Fuente: Autor

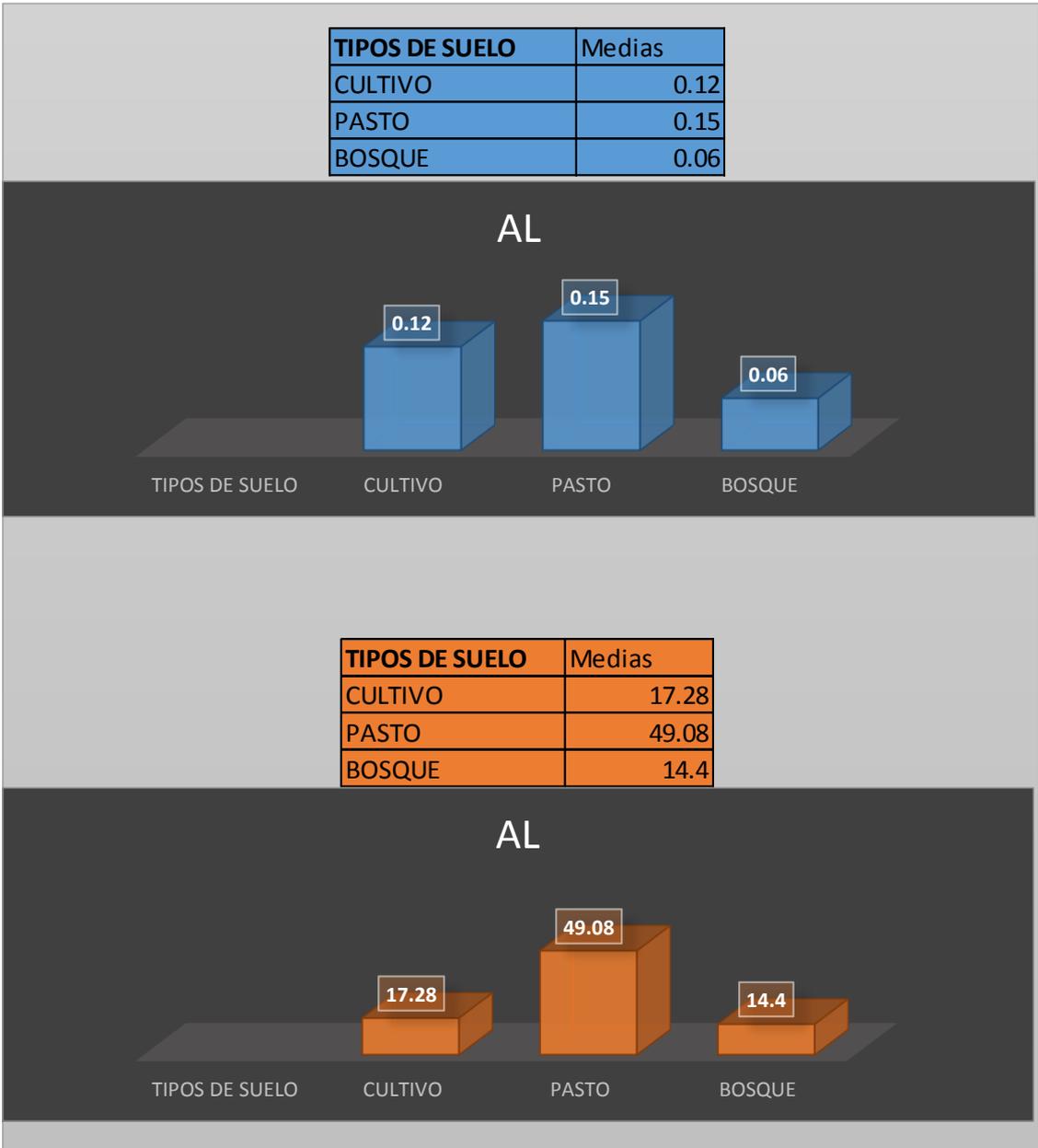


Grafico 17 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía y suelo de Aluminio (Mg/l).

Fuente: Autor

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

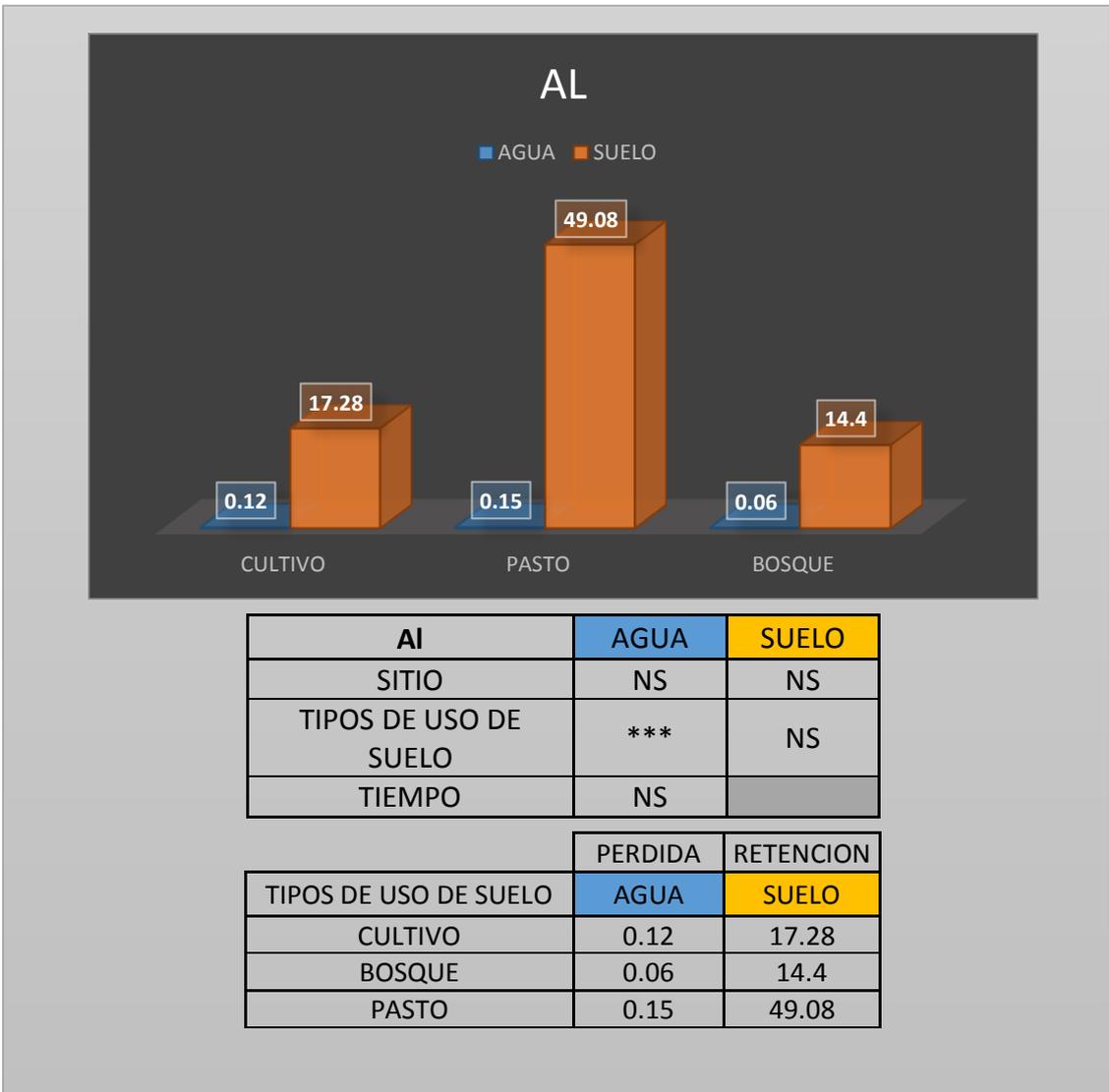


Grafico 18 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Aluminio (Mg/L)

Fuente: Autor

La concentración de Aluminio en el (Grafico **N°18**) no presenta diferencia significativa para Sitios de muestreo en agua de escorrentía y suelo, pero para los diferentes tipos de uso de suelo es altamente significativo para agua de escorrentía y no significativo para suelo.

En el análisis de agua de escorrentía la mayor cantidad de Al está presente en el pasto y la menor cantidad en el bosque.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de Al está presente en el pasto y la menor cantidad en el bosque.

SITIO	Medias
FATIMA	6.57
LAS AMERICAS	7.38
SECTOR 2 1/2	6.54
PAICO	6.58
UNION BASE	5.83

CA



SITIO	Medias
FATIMA	16.93
LAS AMERICAS	17.4
SECTOR 2 1/2	19.8
PAICO	12.6
UNION BASE	13.73

CA

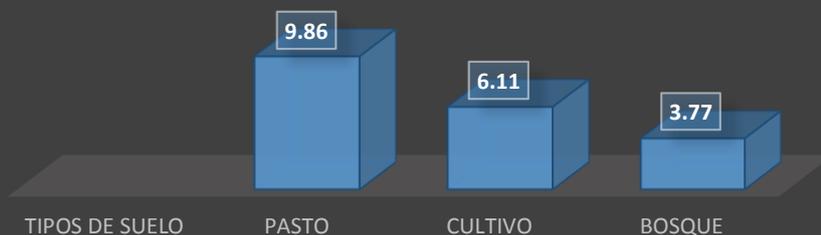


Grafico 19 Medias por Sitios de muestreo en agua de escorrentía superficial y suelo de Ca (Mg/l).

Fuente: Autor

TIPOS DE SUELO	Medias
PASTO	9.86
CULTIVO	6.11
BOSQUE	3.77

CA



TIPOS DE SUELO	Medias
CULTIVO	28.4
PASTO	9.88
BOSQUE	10

CA



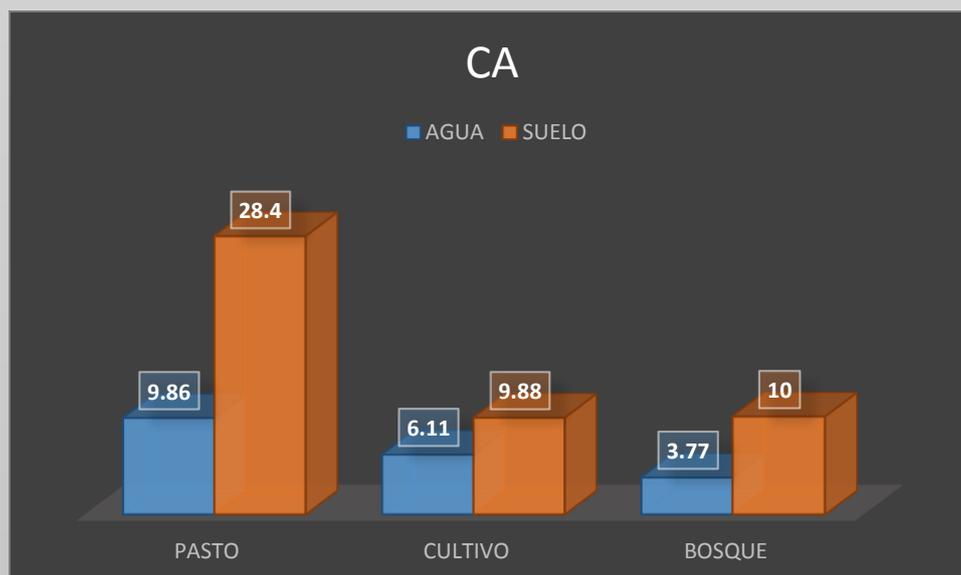
Grafico 20 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Calcio (Mg/l).

Fuente: Autor

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).



Ca	AGUA	SUELO
SITIO	NS	NS
TIPOS DE USO DE SUELO	***	*
TIEMPO	NS	

	PERDIDA	RETENCION
TIPOS DE USO DE SUELO	AGUA	SUELO
CULTIVO	6.11	28.4
PASTO	9.86	9.88
BOSQUE	3.77	10

Grafico 21 Representación gráfica de resultados en significancia, datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Calcio (Mg/l).

Fuente: Autor

La concentración de Calcio en el (Grafico N° 21) no presenta diferencia significativa para los Sitios de muestreo para agua de escorrentía y suelo, pero es altamente significativo para agua de escorrentía superficial y poco significativo para suelo.

En el análisis de agua de escorrentía superficial la mayor cantidad de Ca está presente en el pasto y la menor cantidad en el bosque.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de Ca está presente en el cultivo y la menor cantidad en el pasto.

SITIO	Medias
FATIMA	3.66
LAS AMERICAS	3.7
SECTOR 2 1/2	3.92
PAICO	3.76
UNION BASE	3.86

MG



SITIO	Medias
FATIMA	8.2
LAS AMERICAS	2.6
SECTOR 2 1/2	4.4
PAICO	1.13
UNION BASE	1.73

MG

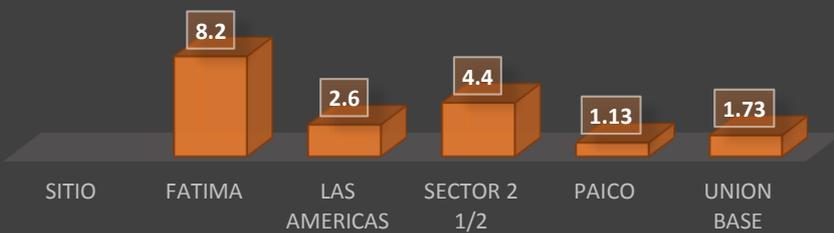


Grafico 22 Medias por Sitio de muestreo en agua de escorrentía superficial y suelo de Magnesio (Mg/l).

Fuente: Autor



Grafico 23 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Magnesio (Mg/l).

Fuente: Autor

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

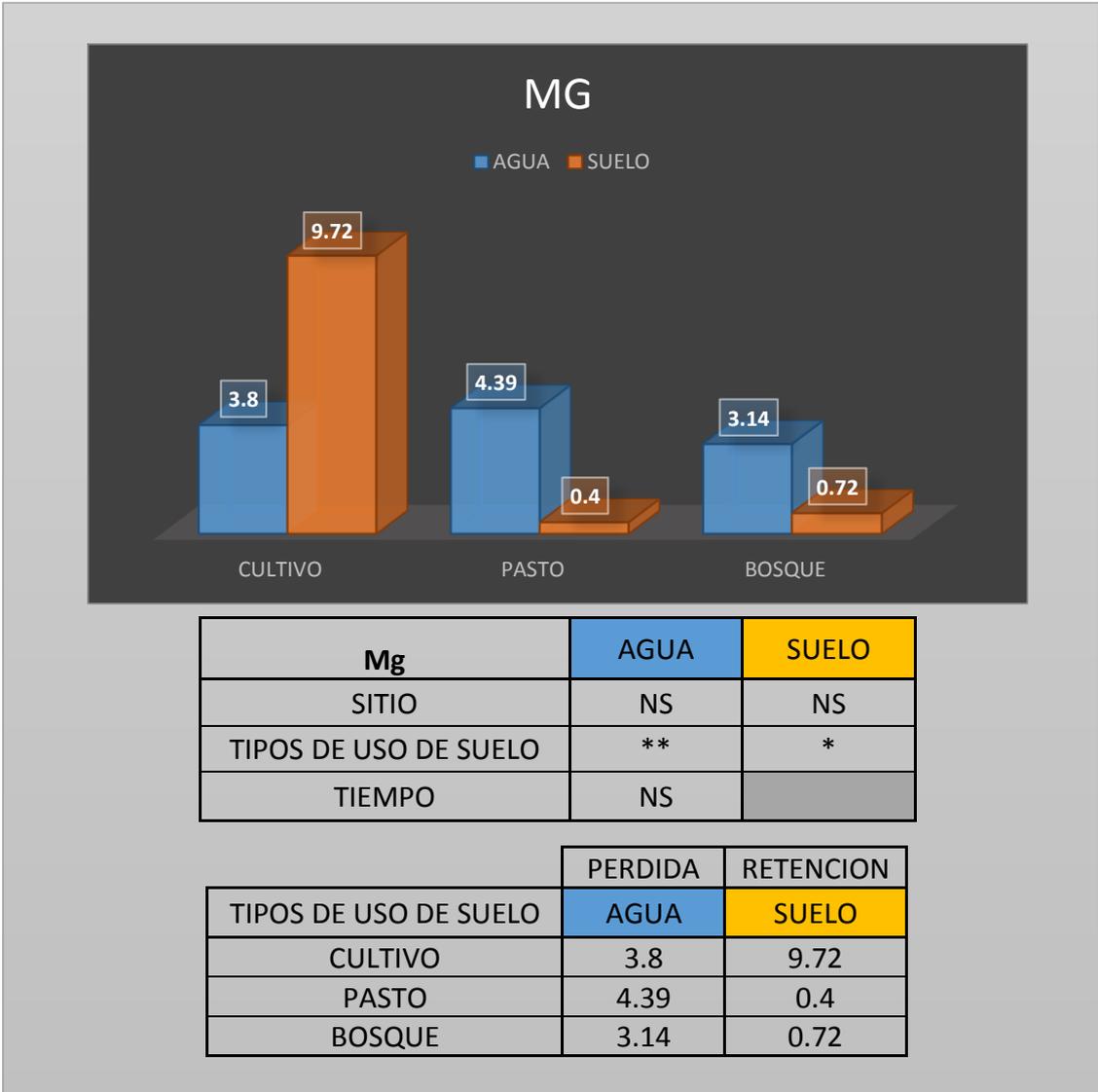


Grafico 24 Representación gráfica de resultados en significancia y datos de agua de escorrentía superficial y suelo de Magnesio (Mg/l).

Fuente: Autor

La concentración de Magnesio en el (Gráfico N°24) no presenta diferencia significativa para los Sitios de muestreo para agua de escorrentía ni para suelo, pero para los diferentes tipos de usos de suelo son significativos en agua de escorrentía y poco significativos en suelo.

En el análisis de agua de escorrentía superficial la mayor cantidad de Mg está presente en el pasto y la menor cantidad en el bosque.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de Mg está presente en el cultivo y la menor cantidad en el pasto.

SITIO	Medias
FATIMA	3.23
LAS AMERICAS	3.2
SECTOR 2 1/2	3.38
PAICO	3.4
UNION BASE	3.08



SITIO	Medias
FATIMA	1.07
LAS AMERICAS	0.77
SECTOR 2 1/2	0.47
PAICO	0.97
UNION BASE	0.7



Grafico 25 Medias por Sitios de muestreo en agua de escorrentía superficial y suelo de Potasio (Mg/l).

Fuente: Autor

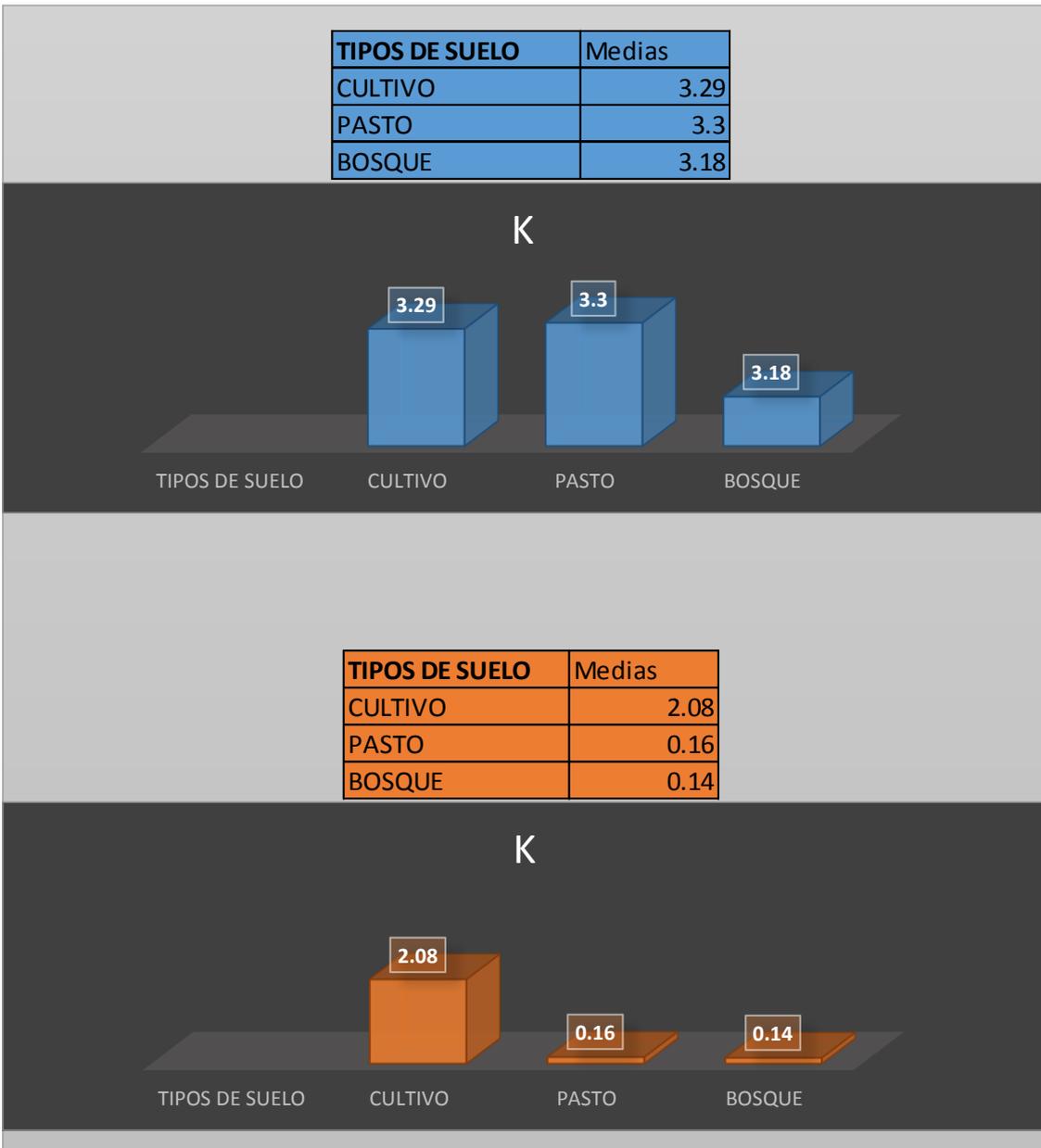


Grafico 26 Medias de los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial y suelo de Potasio (Mg/l).

Fuente: Autor

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

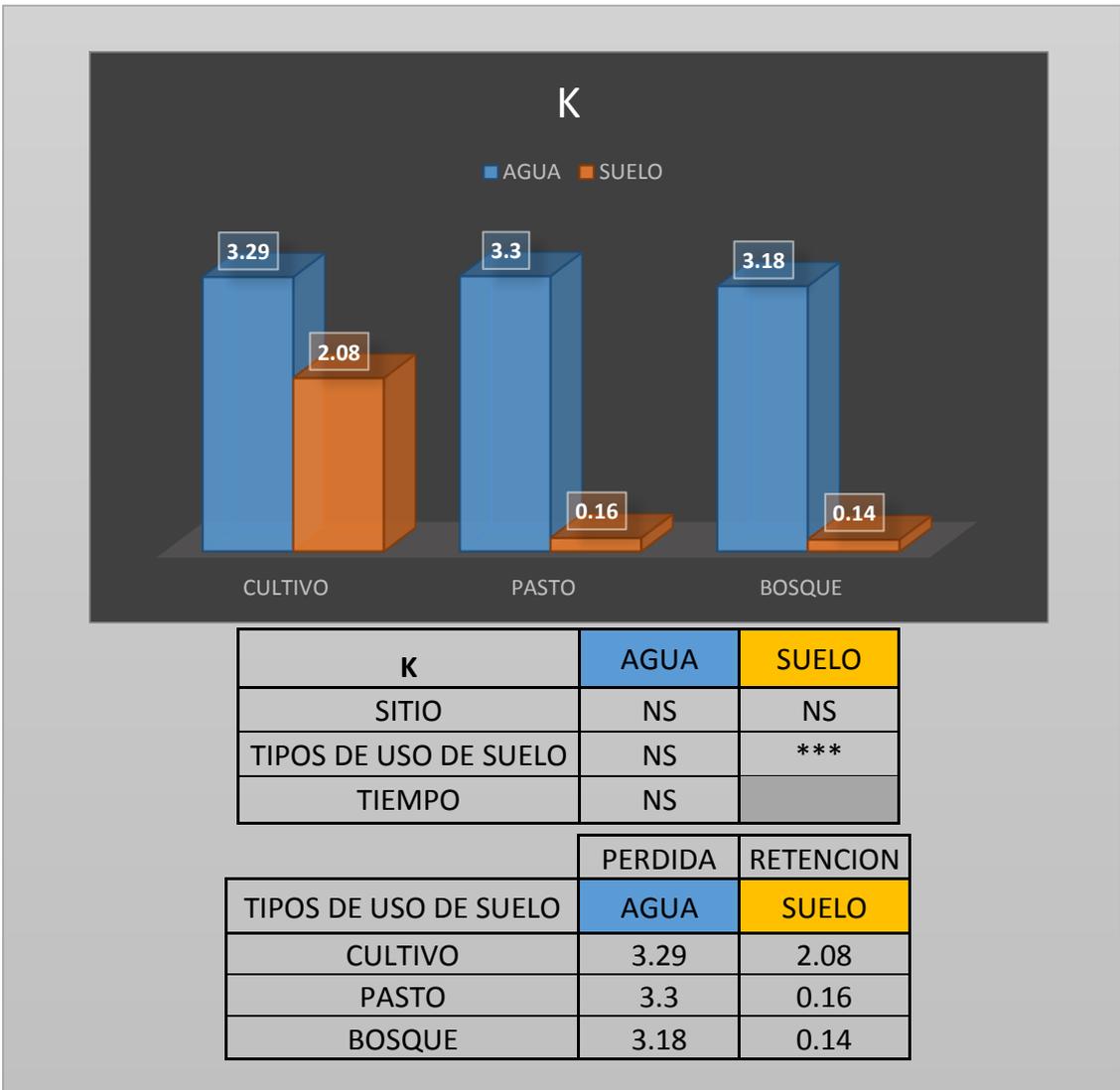


Grafico 27 Representación gráfica de resultados en significancia y datos de agua y suelo de Potasio (Mg/L)

Fuente: Autor

La concentración de Potasio en el (Gráfico N° 27) no presenta diferencia significativa para los Sitios de muestreo para agua de escorrentía ni para suelo, pero para los diferentes tipos de usos de suelo en agua de escorrentía superficial no es significativo y para suelo es altamente significativo.

En el análisis de agua de escorrentía la mayor cantidad de K está presente en el cultivo y la menor cantidad en el bosque.

En el análisis de suelo la mayor cantidad de K está presente en el cultivo y la menor cantidad en el bosque.

Cuadro 6 Detalle de las diferentes alturas correspondientes a los Sitios y a los diferentes tipos de usos de suelo.		ALTURA DE HORIZONTES H1 EN mm	ALTURA DE HORIZONTES H2 EN mm
FATIMA	CULTIVO	300	700
	PASTO	400	600
	BOSQUE	250	750
LAS AMERICAS	CULTIVO	300	700
	PASTO	350	650
	BOSQUE	300	700
SECTOR 2 1/2	CULTIVO	290	710
	PASTO	300	700
	BOSQUE	280	720
PAICO	CULTIVO	300	700
	PASTO	400	600
	BOSQUE	280	720
UNION BASE	CULTIVO	350	650
	PASTO	340	660
	BOSQUE	300	700

Fuente: Autor



Grafico 28 Alturas en cada Sitios de muestreo y en los diferentes tipos de usos de suelo en los horizontes uno y dos respectivamente (mm).

Fuente: Autor

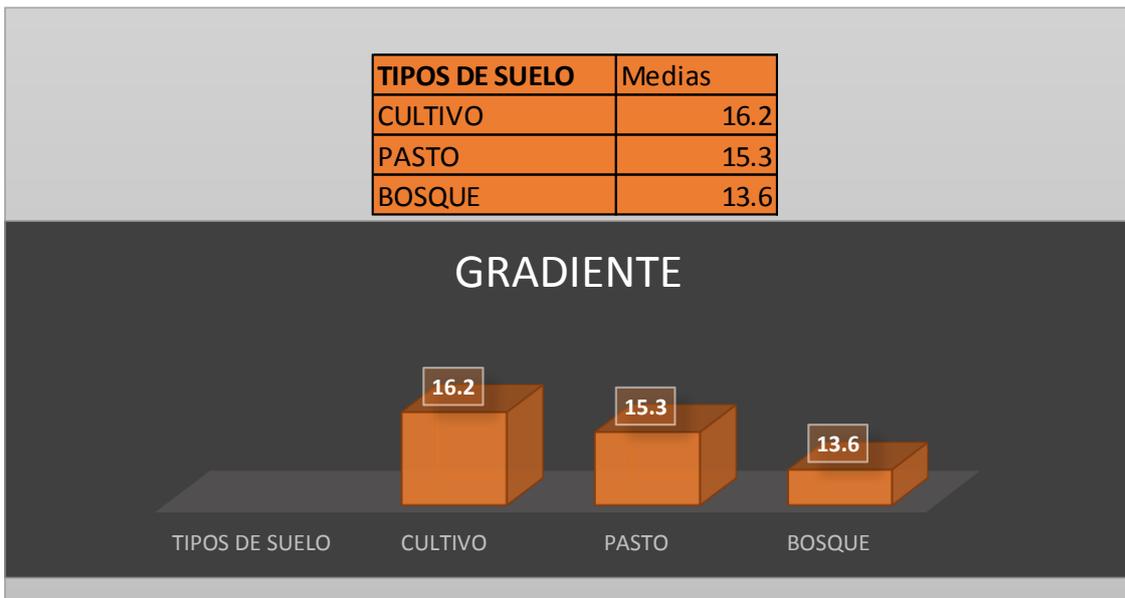


Grafico 29 Gradiente media de los Sitios de muestreo y los diferentes tipos de usos de suelo (pendiente en %).

Fuente: Autor

La gradiente (pendiente) no es significativo estadísticamente.

La gradiente o pendiente en los diferentes tipos de usos de suelos con las medias obtenidas en ADEVA para Cultivo, Pasto y Bosque, se obtiene un mínimo de 13.6% en bosque y un máximo de 16.2% en cultivo.

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

SITIO	Medias
FATIMA	0.21
LAS AMERICAS	0.17
SECTOR 2 1/2	0.15
PAICO	0.15
UNION BASE	0.19

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN 1 MINUTO EN HORIZONTE 1



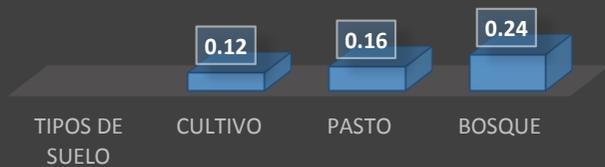
SITIO	Medias
FATIMA	0.19
LAS AMERICAS	0.12
SECTOR 2 1/2	0.11
PAICO	0.15
UNION BASE	0.12

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN 1 MINUTO EN HORIZONTE 2



TIPOS DE SUELO	Medias
CULTIVO	0.12
PASTO	0.16
BOSQUE	0.24

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN 1 MINUTO EN HORIZONTE 1



TIPOS DE SUELO	Medias
CULTIVO	0.12
PASTO	0.16
BOSQUE	0.14

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN 1 MINUTO EN HORIZONTE 2



Grafico 30 Velocidades medias de infiltración en H1 y H2 en sitios y los diferentes tipos de usos de suelo (mm/min).

Fuente: Autor

Las velocidades en el grafico **N° 30** nos indica que la única que es significativa es la velocidad en el horizonte 1 en tipos de usos de suelo en las demás tanto como para sitios y tipos de usos de suelo no son significativos estadísticamente.

Nomenclatura:

SITIO DE MUESTREO= son los diferentes lugares de investigación del proyecto. (Fátima, Sector 2 ½, Las Américas, Paico, Unión Base).

TIP.U. SUELO= son los diferentes tipos de usos de suelo (cultivo, pasto y bosque).

A continuación en el cuadro **N° 7 y N°8** a través del método estadístico ADEVA se ha podido conocer si los parámetros de estudio son o no son significativos trabajando con sus medias.

Cuadro 7 Resumen de los análisis de varianza para parámetros de Agua establecidos en cinco sitios y sus tipos de usos de suelo de la cuenca alta del Río Puyo.

VARIABLE	AGUA			
	INTERACCION	T. DE SUELO	SITIO	TIEMPO
PO ₄ (Mg/l)	***	***	***	NS
NO ₃ (Mg/l)	NS	***	NS	NS
SO ₄ (Mg/l)	NS	*	NS	NS
Al (3) (Mg/l)	NS	***	NS	NS
Ca (2) (Mg/l)	NS	***	NS	NS
Mg (2)	NS	**	NS	NS
K (1) (Mg/l)	NS	NS	NS	NS
ESORRENTIA(mm)	NS	NS	***	***
PRECIPITACION(mm)	NS	NS	NS	***
INFILTRACION(mm)	NS	NS	**	***

Observando el cuadro de resumen **N°7** de significancia nos damos cuenta que el PO₄ es altamente significativo en el agua con relación a los demás parámetros que no tienen significancia.

Cuadro 8 Resumen de los análisis de varianza para parámetros de suelo establecidos en cinco sitios y sus tipos de usos de suelo de la cuenca alta del Río Puyo.

VARIABLE	SUELO	
	T. DE SUELO	SITIO
PO ₄ (Mg/l)	*	NS
NO ₃ (Mg/l)	NS	NS
SO ₄ (Mg/l)	NS	NS
Al (3) (Mg/l)	***	NS
Ca (2) (Mg/l)	*	NS
Mg (2) (Mg/l)	*	NS
K (1) (Mg/l)	***	NS
INFILTRACION EN 1 MINUTO EN H1(mm/mi)	**	NS
ALTURA DE HORIZONTES EN H1(mm)	**	NS
VELOCIDAD DE INFILTRACION H1(mm/mi)	**	NS
INFITRACION EN 1 MINUTO EN H2(mm/mi)	NS	NS
ALTURA DE HORIZONTE EN H2(mm)	**	NS
VELOCIDAD DE INFILTRACION EN H2(mm/mi)	NS	NS
PENDIENTE(%)	NS	NS

En el cuadro **N°8** el NO₃, SO₄, la infiltración en 1 minuto en el horizonte 2, la velocidad en el horizonte 2 y la pendiente no son significativos. De igual manera en el mismo cuadro el PO₄ es poco significativo al igual que el Ca y el Mg.

El aluminio y el calcio son altamente significativos (Suelo)

5. DISCUSIÓN

5.1. INFILTRACION.

En la investigación, la infiltración no fue estadísticamente significativa para los sitios en estudio, pero sí para los diferentes tipos de uso de suelo (cultivo, pasto, bosque) donde se destacó en el horizonte 1, en la infiltración a 1 minuto. Esto concuerda con estudios que manifiestan que los incrementos en la cobertura arbórea contribuyen a disminuir la escorrentía superficial con la consecuente disminución del potencial de erosión hídrica. La cobertura arbórea, contribuye a incrementar la infiltración en el suelo (Ney, y otros 2006). como se puede ver en el gráfico **N° 6** donde se corrobora esta afirmación.

Existen factores que favorecen y se involucran directamente en la infiltración del agua en el suelo: encostramiento superficial, baja porosidad en los horizontes subsuperficiales, texturas muy arcillosas, etc. La presencia de residuos sobre la superficie del suelo reduce la velocidad del agua de escurrimiento (Krunger 2007). Esto lo podemos observar para los diferentes tipos de uso de suelo en el gráfico **N° 4**, que nos indica el tipo de suelo en el que la disminución de agua de escurrimiento superficial es menor en el bosque.

La velocidad de infiltración de agua en el suelo es mayor en el horizonte 1 del bosque secundario, este fenómeno se da por la disminución de escorrentía debido a la cantidad de materia orgánica alojada en las capas superficiales del bosque como la hojarasca frenando la escorrentía. No hay que olvidarse que la infiltración del agua posee un rol fundamental en los procesos de escorrentía como respuesta a una precipitación dada en una cuenca, dependiendo de su magnitud; las lluvias con intensidades parecidas pueden producir diferentes caudales, dado esto es algo que puede conllevar peligrosamente a genera la erosión hídrica ya que la velocidad determina la cantidad de escurrimiento superficial (Ruiz y Venialgo 2004).

5.2. DEGRADACION DEL SUELO.

En el desarrollo de la investigación al ver que en los suelos existen ciertas pérdidas de cationes básicos, estos tienden a ser hacer ácidos, por la intensidad de lluvia presente en este proceso, iniciando este fenómeno de escorrentía que transporta cationes básicos del suelo y que además, al infiltrarse se va lavando tierra y con ella los cationes ácidos van quedando en la zona superficial de los suelos. La acidez del suelo afecta directamente al crecimiento de las plantas cuando existe gran cantidad de aluminio, se encontró en el suelo de cultivo=17.28mg/l,

pasto=49.08mg/l y en bosque= 14.4mg/l, y el magnesio en el suelo de cultivo= 9.74mg/l, pasto=0.4mg/l y bosque=3.61mg/l, estos son iones ácidos, se encontró también un pH mínimo de 5.51 y un máximo de 6.17, mientras el pH es más bajo, más alta es la acidez (Howells 1992).

Los suelos de la amazonia son muy ácidos, debido principalmente a la fertilización o a la alcalinidad del suelo. Existen otros factores más que en esta región, donde existe gran cantidad de precipitaciones es el clima es el que interviene directamente en las propiedades del suelo, el viento, la lluvia, y la temperatura controlan la intensidad de lixiviados y el desgaste en el suelo (Howells 1992).

En la Amazonia Peruana la agricultura constituye la principal causa directa de degradación de tierras. En su mayoría los agricultores dependen del bosque amazónico, practican agricultura de baja tecnología y con pocos o ningún insumos. Ellos aprovechan ciertos lugares o terrenos con cobertura boscosa, transforman la materia vegetal en una capa de ceniza quemándola en fogatas. Los problemas de degradación causados por este sistema agrícola surgen cuando se incrementa la densidad de pobladores. Los problemas presentes en la degradación principalmente se deben a la pérdida de cationes básicos como el Ca= 9.86mg/l (gráfico N° 21), Mg= 4.35mg/l (gráfico N° 24), K= 3.3mg/l (gráfico N° 27) y la presencia de catión ácido como el Al=0.06mg/l (gráfico N° 18), que se encontró en el tipo de suelo "pasto", lo cual concuerda con (Meza, Saibogd y Jong 2006) .

El proceso de remover o mezclar el suelo ayuda a la descomposición de la materia orgánica, al no estar removida, disminuye la disponibilidad inmediata de nutrientes. La mineralización al disminuirse, se incrementa la fertilidad potencial del sistema, aumentando y aumentando los niveles de materia orgánica del suelo (Krunger 2007). Relacionando directamente el tipo de suelo "pasto" con el bosque y cultivo (Anexo N°3).

Con los datos del Anexo N°3 de pH nos damos cuenta que son suelos ácidos por la cantidad de cationes presentes en el suelo. La acidez constituye otra causa de degradación de los suelos, determinándose por el valor de su pH (si se aumenta la concentración de hidrógeno disminuye la magnitud del pH y si disminuimos la concentración de iones hidrógenos aumenta el pH). Para el desarrollo de los pastos el pH óptimo se encuentra entre 5 y 7.5 unidades. La opinión de varios autores nos indican que no se debe descuidar la aplicación o incremento de fertilizantes industriales ácidos como el cloruro de potasio, cloruro de aluminio, sulfato de amonio, entre otros; ya que el un uso continuado de los mismos podría provocar un aumento considerable de la acidez, influyendo directamente en el desarrollo y crecimiento de los cultivos, bajando los rendimientos agrícolas (Seguí 1999). Si comparamos el Anexo N° 4 con el Anexo N° 3 observamos que el pH y la temperatura del suelo son más bajos que el pH y la temperatura del agua.

El pH es directamente influyente en la acidez del suelo, porque si es 7, es neutro, si es mayor a 7, más fuerte es la base y mientras más bajo es de 7, es más fuerte el ácido (Anexo N° 5).

En la Cuenca Alta del Río Puyo existe gran cantidad de vegetación y especie arbóreas teniendo dos especies que estuvieron con mayor predominancia en los bosques secundarios como es el Pigüe y el Guarumo, habiendo una semejanza con la investigación realizada por (Herrera 2008) donde nos da a conocer que en la Cuenca del Río Pambay existen 12 Pigües y 4 Guarumos respectivamente.

5.3. ESCORRENTIA SUPERFICIAL.

La escorrentía superficial como medio de transporte de cationes en las zonas ganaderas en relación a los sitios de muestreo y tipos de uso de suelo influye directamente en el pasto como principal componente de la investigación ya que este tipo de uso de suelo no se afecta estadísticamente a lo largo de los sitios muestreados, sin embargo este factor; ayuda a la degradación del suelo por la materia orgánica que acarrea, la misma que contiene gran cantidad de nitrato que fue arrastrado con mayor influencia en el pasto con un valor de 94.2mg/l sobre el contenido de suelo de 28.97mg/l. Existiendo una semejanza con la investigación realizada por (Howells 1992), donde interpreta que la descomposición natural de la materia orgánica del desmonte fue lixiviada transportando nitrato y ocasionando la acidez en el suelo.

EL NO₃ en la investigación realizada presenta una gran cantidad en el agua de escorrentía influyendo directamente al pasto (observar grafico N°12). La donde la presencia de este componente es muy alto en comparación a los otros tipos de suelo. El nitrato está presente en el agua de escorrentía superficial cuando hay la presencia o es época de lluvias. Para la prevención de la contaminación de las agua de escorrentía por el nitrógeno, depende significativamente de la capacidad de retención del NO₃ en el suelo, por debajo de un nivel que pueda ser absorbido por los pastos o cultivos y minimiza la cantidad de retención en el suelo.(Ongley 1997).

La pérdida de potasio por escorrentía superficial mostrado en el gráfico N° 27 nos indica que en los diferentes tipos de usos de suelo del cultivo, pasto y bosque, tienen pérdidas estadísticamente significativas por el arrastre (escorrentía superficial) por ser una de las bases intercambiables y ser una de la principales cationes básicas en el suelo y es un componente importante del suelo que ayuda a la nutrición de vegetación. En zonas con climas caracterizados por altas precipitaciones y suelos muy meteorizados, la fertilización potásica es una herramienta imprescindible para alcanzar niveles de producción elevados y de

óptima calidad. Suelos de texturas medias a arcillosos poseen mayor capacidad buffer que los de texturas gruesas. (Torres 1998).

La textura depende principalmente de la proporción de partículas minerales de diverso tamaño presentes en el suelo. (Brack 2009). En el anexo **N° 3** en relación con el Anexo **N° 4**, se determinó en los diferentes tipos de suelo su estructura como en el Cultivo es franco arenoso, el Pasto es arenoso franco y en el Bosque es franco arcilloso. Cuando se tiene una escorrentía mayor o cuando existe una pérdida significativa de cationes significa que las partículas del suelo están bien unidas permitiendo que el agua no se infiltre en gran cantidad y así esta agua circule, como sucedió en pasto donde la escorrentía superficial fue mayor que en el cultivo y bosque gráfico **N°4**.

6. CONCLUSIONES

- La infiltración del agua en el suelo presento una variación significativa en los diferentes tipos de usos suelo analizado debiéndose a la cobertura vegetal que estos poseen.
- En los sectores ganaderos, en el pasto; la infiltración no se ve afectada por su cobertura vegetal o su manejo ganadero pero es significativo en bosque por la gran cantidad arbustiva.
- En los diferentes parámetros estudiados existen pérdidas significativas por la escorrentía presentada en los diferentes sitios de estudio y en los diferentes tipos de usos de suelo.
- Se manifestó una pérdida de cationes básicos donde la pérdida más significativa se encontró en el Potasio en los diferentes tipos de usos de suelo, a la vez que existió una acumulación de cationes ácidos que son, el aluminio y nitrato que estuvieron presentes en los diferentes tipos de usos de suelo y sitios de muestreo.
- En sitios y en los diferentes tipos de usos de suelo existe la presencia de muchos cationes ácidos y básicos que se mantienen en el suelo y otros que se pierden por escorrentía.
- La escorrentía fue mayor en los diferentes tipos de usos de suelo principalmente en el pasto.
- Se identificó que es un bosque secundario por medio de inventario forestal por la gran cantidad de especies encontradas existiendo una predominancia de dos especies en todos los Sitios de muestreo que es el Pigüe y el Guarumo.
- La velocidad de infiltración fue mayor en el horizonte 1 a un minuto para los diferentes tipos de usos de suelo principalmente en el bosque.

7. RECOMENDACIONES

- Debido a la gran cantidad de lluvia que está presente en esta localidad, para evitar la degradación del suelo por la pérdida de cationes y tener un buen tipo de suelo para productividad es necesario en algunos casos implementar o recurrir a charlas de concientización.
- Recomendar a un estudiante egresado para que pueda elaborar un plan de manejo que ayude a los ganaderos y agricultores a minimizar la degradación del suelo.
- Es factible recomendar en los puntos de mayor influencia ganadera que están cerca del Rio Puyo se los reubique ya que por la escorrentía e infiltración los desechos del ganado son arrastrados hacia las fuentes hídricas cercanas donde tienen fácil acceso los seres humanos aledaños a estas zonas o a su vez utilizar dichos desecho como abono ya que este estiércol entregará nutrientes y mejorar los suelos arenosos y arcilloso, lo que los hace más capaces de resistir a la humedad.
- Ante el pisoteo del ganado en los sectores de mayor influencia en la Cuenca Alta del Rio Puyo se recomienda que el ganado sea rotativo para los suelos en este caso el pasto se regenere naturalmente y el suelo retome una estructura apta para el crecimiento de la misma.
- Es recomendable el seguimiento permanente de las propiedades físicas y químicas del suelo, para actuar con rapidez en caso de producirse efectos acumulativos que generen condiciones indeseables para el suelo.

8. RESUMEN

El agua como una demanda significativa, cada 20 años se duplica, con un ritmo de dos veces de dos veces mayor al crecimiento poblacional del mundo. El agua pese a su gran importancia es uno de los recursos naturales más degradados a nivel mundial, como consecuencia principal de la reducción de la cobertura forestal y a los cambios en el uso del suelo que reducen la capacidad de captación y almacenamiento de agua en los mantos acuíferos.

En este Proyecto, se evaluó la infiltración, la escorrentía superficial y los parámetros físicos químico del suelo en los diferentes tipos de usos de suelo y sitios, en la época de mayor pluviosidad que es en el mes de Abril y Mayo en la Amazonia.

En cada uno de los sitios experimentales en Fátima, Las Américas, Sector 2 ^{1/2}, Paico, Unión Base, el cual se instalaron 3 parcelas para los diferentes tipos de usos de suelo que son el cultivo, pasto y bosque. Cada parcela experimental se la construyó de 3x3m² donde se ubicó un filtro y un envase para capturar el agua de escorrentía superficial y se instaló 3 pluviómetros para la captura de agua de lluvia. Los espacios experimentales fueron de 3 semanas para los análisis de agua y para los análisis de suelo una sola ocasión a 30cm.

La infiltración fue evaluada mediante la instalación parcelas (camas) de 3x3m con la metodología de la recolección de agua de lluvia menos el agua de escorrentía y de cilindros de 20cm en cada horizonte, donde la capacidad de infiltración fue estimada mediante el método de inundación en cilindros a 10cm, realizando en cada horizonte en el tiempo de 1 minuto.

Los diferentes tipos de usos de suelo presentan texturas como en el cultivo, siendo franco arenoso, el pasto arenoso franco y el bosque franco arcilloso, existiendo unas pendientes moderadas que van desde un 13% hasta 16.5% respectivamente.

Los pastos presentaron la mayor escorrentía superficial, la cual fue significativa que en los otros tipos de suelo.

El bosque mostró la mayor capacidad de infiltración en comparación a los otros dos tipos de suelo (cultivo, pasto), por ello los árboles disminuyen la escorrentía superficial e incrementan la infiltración, favoreciendo la retención de agua en las fincas ganaderas.

En los análisis físico-químicos de agua y suelo fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica encontrándose pérdida de cationes básicos y la presencia de cationes ácidos en los diferentes sitios de muestreo y los tipos de usos de suelos dando como resultado suelos ácidos.

Complementariamente se elaboró un inventario forestal para identificar si es bosque secundario realizando parcelas en los diferentes sitios de muestreo, como resultado se identificó que se trata de este tipo de usos de suelo predominando el Pigüe y Guarumo con mayor número de representantes.

9. SUMMARY

Water as significant demand doubles every 20 years, with a rate of two times two times the world population growth. The water despite their importance is one of the most degraded natural resources worldwide, as the main result of the reduction of forest cover and changes in land use that reduce the ability to capture and store water in their cloaks aquifers.

In this project, infiltration, surface runoff and soil chemical physical parameters in different types of land uses and sites in the period of greatest rainfall is in the month of April and May in the Amazon was evaluated.

In each of the pilot sites in Fatima, The Americas, Sector 2 1/2, Paico, Union Base, which 3 plots for different types of land uses that are growing, pasture and forest were installed. Each experimental plot was constructed 3x3m² where the filter is placed and a container to capture water runoff and 3 gauges for capturing rainwater was installed. The experimental areas were 3 weeks for analysis of water and soil tests only once to 30cm.

The infiltration was evaluated by the plots installation (beds) 3x3m with the methodology of collecting water from rainfall runoff and cylinder 20cm in each horizon, where the infiltration capacity was estimated by the method of flooding 10cm cylinders, made in each time horizon of 1 minute.

The different types of land uses have textures and growing, with sandy loam, sandy grass and clay loam franc forest, having moderate slopes ranging from 13% to 16.5% respectively.

The grasses had the highest surface runoff, which was significant in the other soil types.

The forest showed the highest infiltration capacity compared to the other two soil types (crop, grass), so the trees decrease runoff and increase infiltration, favoring water retention in cattle farms.

In the physical-chemical water and soil analyzes were performed in the laboratories of the Amazon State University finding loss of base cations and the presence of acid cation at different sampling sites and the types of land uses resulting in acid soils.

Additionally forest inventory was developed to identify whether it is performing secondary forest plots in different sampling sites were identified as a result that it is this type of land use and Guarumo Pigüe predominantly greater number of representatives.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Aguirre, Juan Angel Mintegui, y José Carlos Robredo Sánchez.
«Caracterización de las cuencas hidrográficas, objeto de restauración hidrológico-forestal, mediante modelos hidrológicos.» En Restauración hidrológico-forestal, 69-82. Madrid, 1994.
2. Berton, y Neto Lombardi. «Erosión del suelo en América Latina.» Tierras Agrícolas. 1985. <http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s06.htm> (último acceso: Martes de Abril de 2015).
3. Blaquer, David. La iniciativa privada y el ciclo integral del agua. Medellín, 2005.
4. Brack, A. «Cambios físicos, químicos, biológicos del suelo y nutricionales en las plantas.» 2009: 3.
5. Crosara, Alicia. Reacción del suelo. 2007.
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Reaccion%20del%20suelo.pdf>
(último acceso: 18 de Marzo de 2015).
6. Dávila, Omar, Elías Ramírez, Rodríguez Marcelo, Gómez René, y Barrios Carlos. El manejo del potrero. Inpasa, 2005.
7. Domenico, P, y F. Schwartz. «Escorrentía.» Physical and Chemical Hydrogeology. 1990. <http://www.agua.uji.es/pdf/leccionRH05.pdf> (último acceso: Miércoles de 04 de 14).
8. Duley, y Ellison. Depositos de Documentos de La FAO. 1987; 1947.
<http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s06.htm> (último acceso: Viernes de Julio de 2015).
9. ECURED. «Conocimiento para todos.» 18 de Marzo de 2015.
http://www.ecured.cu/index.php/Puyo_%28Ecuador%29 (último acceso: 27 de 12 de 2015).

10. Elias, Rosales. «Centro de investigaciones y vivienda de construcción.» 2007.
11. Ellison. Depositos de Documentos de la FAO. 1947.
<http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s06.htm> (último acceso: Viernes de Julio de 17).
12. Garcia de Miguel. Causas y consecuencias de la degradación del suelo. 16 de Noviembre de 2011.
<http://conomedioblog.blogspot.com/2011/11/causas-y-consecuencias-de-la.html> (último acceso: Viernes de Julio de 2015).
13. Herrera . Estructura de la vegetacion, diversidad y regeneracion natural de arboles en la cuenca del Rio Pambay. 2008.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10410/1/D-42668.pdf> (último acceso: Lunes de 30 de 2015).
14. Howells, G and Dalzier. «Restoring Acid Waters.» TRK, 11 1992: 10.
15. INAMHI. «Eduardo Burgos (modificado de la) (2001-2007).» Puyo, 2000-2007.
16. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA-INAMI. «Anuario meteorológico (2011).» PUYO, PASTAZA, 1980-2009.
17. Krunger, Hugo. Equilibrio del Suelo en Siembra directa. 4º Simposio de Ganadería en Siembra Directa, San Luis: Potrero de los Funes, San Luis, 52-59., 2007, 4.
18. Leblanc, E., y otros. «Animal Production and Health Division.» 1999.
<http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/lead/toolbox/Grazing/Animtram.htm> (último acceso: 18 de 11 de 2015).
19. MAGAP. «Reporte de vacunacion de fibre aptosa 2014.» Procesamiento, Puyo, 2014.

20. Marañón, E., H. Sastre, L. Castrilón, J. González, J. Pertierra, y J. Berrueta. Generación de residuos de ganadería (purines) en Asturias problemáticas y tratamiento. Oviedo: Universidad de Oviedo, 1998.
21. McLaren, Cameron. «Soil science introduction to the proprietors and management of N. Z. soil.» En Intercambio iónico del suelo, de McLaren, 334-339. Oxford: Oxford University Press, 1994.
22. McLaren, Cameron. «Soil science introduction to the proprietors and management of N. Z. soil.» En Intercambio de iones en el suelo, de McLaren, 334-339. Oxford: Oxford University Press, 1994.
23. Meyer. Depositos de Documentos de la FAO. 1976.
<http://www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s06.htm> (último acceso: Viernes de Julio de 17).
24. Meza, A., C. Saibogd, y W. Jong. Rehabilitación de áreas degradadas en Amazonia Peruana. Perú: Virgen Candelaria, 2006.
25. Moragas, Florencia. «La selva amazónica.» suelo. 04 de Noviembre de 2008. <http://flor-amazonas.blogspot.com/2008/04/suelo-amaznico.html> (último acceso: Martes de 04 de 2015).
26. Ney, Ríos, y otros. «Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica.» En N°45, Agroforestería en las Américas, de Ney Ríos, y otros, 66-71. Nilapan Nicaragua, 2006.
27. O'Connor, Bohn. Química del suelo. Limusa, 1993.
28. Ongley, E. Lucha Contra la contaminación Agrícola de los recursos hídricos. Canadá, 1997.
29. Orjuela, Matta, Yolanda Rubiano, Tamayo Camacho, y Jesús Hernán. «Comportamiento de la infiltración en un oxisol.» Scielo, 2010.

30. PASTAZA, GAD MUNICIPAL DE. «SUBCUENCA HIDROGRAFICA ALTA DEL RIO PUYO.» PUYO, 2014.
31. Perez, Guillermo. «Ciclo de agua para refrigeracion.» 01 de 02 de 2014.
http://www.ciclohidrologico.com/infiltracin_del_agua (último acceso: Martes de 04 de 2015).
32. Ricardo, Campillo; Angelica, Sadzawka. «La acidificaaion de los suelos origen y mecansimo involucrados.» 44. Carillanca, 2007.
33. Ríos, Ney, y otros. «Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo.» En *Agroforestería en las Américas N° 45 2006*, 66-71. Costa Rica, 2006.
34. Ruiz, Estevez, y Fernando Venialgo. «Infiltración de agua en el suelo con diferentes usos.» En *Cátedra de Conservación y Manejo de Suelos*, 70. Argentina: Sargento cabral 2131, 2004.
35. Seguí, Yailín Forteza. *El suelo como medio fundamental de producción del sector agropecuario*. Cuba: Piñar del Rio, 1999.
36. Torres, Martin. *Funcionamiento del K en el sisitema suelo-plantas*. 1998.
<http://www.fertilizando.com/articulos/Funcionamiento%20del%20K%20en%20el%20sistema%20suelo-planta.asp> (último acceso: 24 de 11 de 2015).
37. Vasquez, Absalon. *Monografias*. 1993.
<http://www.monografias.com/trabajos14/propiedades-agua/propiedades-agua.shtml> (último acceso: 15 de 12 de 2015).

11. ANEXOS



FOTOGRAFIA 1: Identificación y ubicación de los puntos de los sitios y tipos d usos de suelo.

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 2: Identificación de los tipos de usos de suelo (Pasto, Sector ganadero)

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 3: Elaboración de las parcelas (camas de estudio)

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 4: Implantación de los pluviómetros caseros en las parcelas (camas de estudio)

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



CULTIVO



PASTO



BOSQUE

FOTOGRAFIAS 5, 6, 7: Implantación de las camas (parcelas) en los diferentes tipos de usos de suelo.

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 8: Metodología de recolección y medición de pluviosidad in situs.
FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 9: Metodología de recolección y medición de esorrentía.
FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 10, 11: Metodología de excavación de 1m³ e identificación de los horizontes.

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 12: Metodología tipo grada en las alturas determinadas.
FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 13: Metodología de impermeabilización del tubo para medición de infiltración
FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 14: Metodología, medición de infiltración con escalímetro a un minuto.

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 15: Parécelas de 10X5 para la identificación de tipo de vegetación existente en los bosques de los diferentes sitios.

FUENTE: Cuenca Alta del Rio Puyo.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 16: Metodología de eliminación de partículas y sólidos en las muestras de agua y suelo.

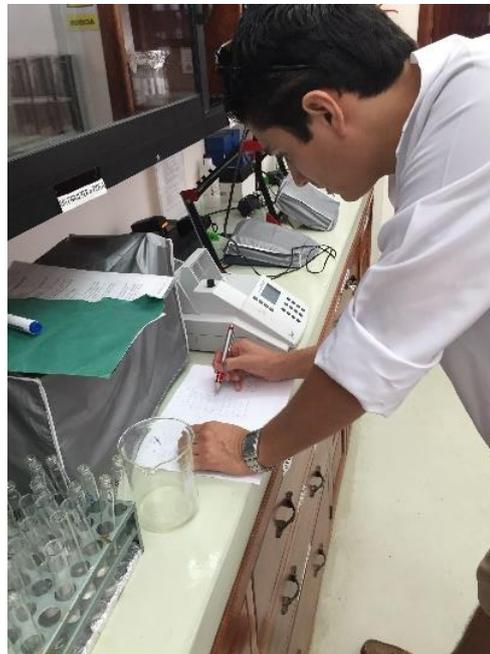
FUENTE: Laboratorio de Química.

ELABORADO: Por Autor

Conductímetro



Ph-metro



FOTOGRAFIA 17, 18: Metodología para medición de Ph y Conductividad en el Agua.

FUENTE: Laboratorio de Química.

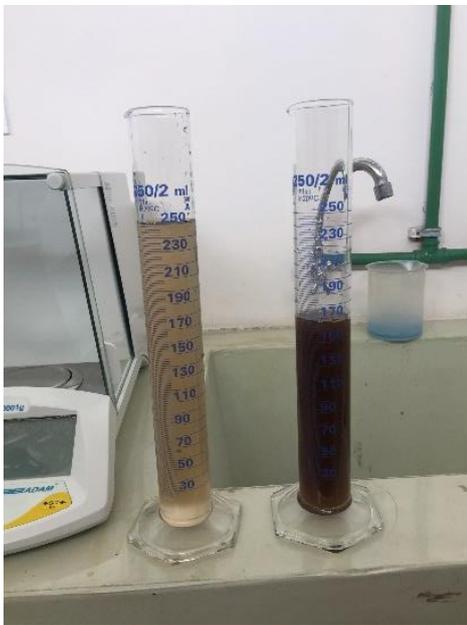
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 19: Metodología para mediación de parámetros de agua con Kits.

FUENTE: Laboratorio de Química.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 20: Metodología para medir cantidad de agua de escorrentía.

FUENTE: Laboratorio de Química.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 21: Metodología para procesamiento de muestras de suelos (compactar, limpieza de raíces residuos y secado).

FUENTE: Laboratorio de Suelos.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 22, 23: Metodología para secado de muestras de suelo.

FUENTE: Laboratorio de Suelos.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 24: Metodología para determinación de los parámetros a estudiar en el suelo por medio del
FUENTE: Laboratorio de Ambiental.
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 25: Metodología para determinación de los parámetros a estudiar en el suelo por Absorción atómica.
FUENTE: Laboratorio de Ambiental.
ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 26: Metodología para determinación de determinados parámetros por medio de titulación.

FUENTE: Laboratorio de Química.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 27: Metodología para procesar las muestras previo a cálculo de varios parámetros e estudio.

FUENTE: Laboratorio de Química.

ELABORADO: Por Autor



FOTOGRAFIA 28: Metodología para cálculo de varios determinados parámetros de estudio.

FUENTE: Laboratorio de Química.

ELABORADO: Por Autor

		AGENCIA ECUTORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO AGROCALIDAD			
PROCESO DESCONCENTRADO AGROCALIDAD PASTAZA					
REPORTE DE VACUNACION DE FIEBRE AFTOSA I FASE 2014 EN PASTAZA					
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	NUMEROD E CABEZAS DE GANADO	DOSIS APLICADAS CANTONES	DOSIS APLICADAS PROVINCIA
PASTAZA	PASTAZA	SIMON BOLIVAR	5321	28998	36320
		VERACRUZ	4148		
		BUYO	3403		
		FATIMA	2182		
		10 DE AGOSTO	4489		
		EL TRIUNFO	6040		
		TARQUI	256		
		CANELOS	1257		
		POMONA	540		
	TENIENTE HUGO ORTIZ	1362			
	SANTA CLARA	SANTA CLARA	2033	3653	
	MERA	SAN JOSE	1620	2875	
		NERA	396		
		MADRE TIERRA	1696		
		SHELL	503		
ARAJUNO	CUMANDA*	280	794		
	ARAJUNO	389			
	CURARAY	405			

Anexo 1 Cantidad de cabezas de ganado

Fuente: (MAGAP 2014)

Anexo 2 Parámetros físicos del Agua

Fuente: Autor

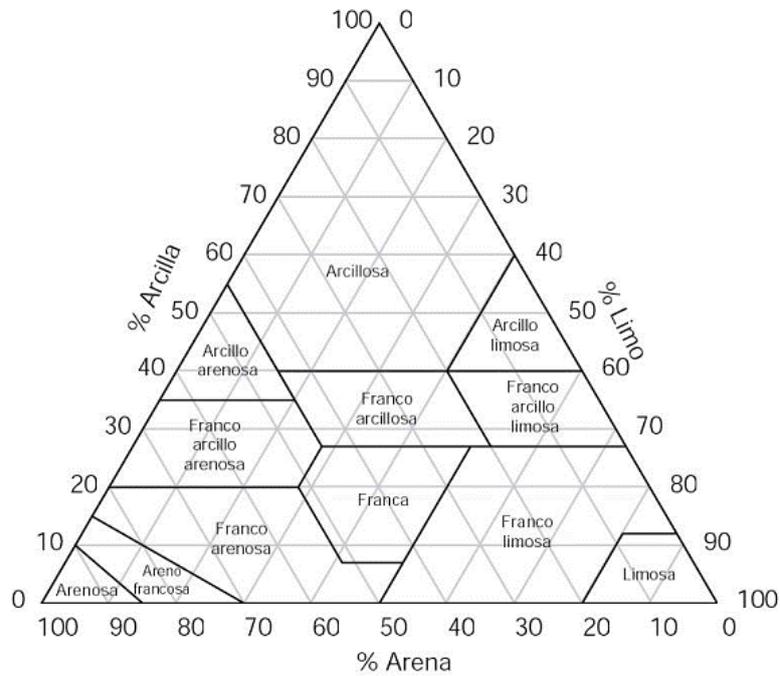
PUNTOS	TIPO DE SUELO	AGUA		
		PH	COND. ELEC.	T°
FATIMA	CULTIVO	6.90	9.86	22.45
	PASTO	6.72	11.55	22.37
	BOSQUE	6.50	9.29	22.39
LAS AMERICAS	CULTIVO	6.59	8.23	22.42
	PASTO	6.93	9.96	22.37
	BOSQUE	6.78	8.97	22.35
SECTOR 2 1/2	CULTIVO	6.91	8.76	22.34
	PASTO	6.53	8.86	22.28
	BOSQUE	6.56	8.12	22.21
PAICO	CULTIVO	6.53	11.21	22.37
	PASTO	6.71	14.12	22.36
	BOSQUE	6.58	8.92	22.19
UNION BASE	CULTIVO	6.39	10.84	22.49
	PASTO	6.59	15.83	22.26
	BOSQUE	6.59	14.52	22.38

Anexo 3 Parámetros físicos del suelo.

Fuente: Autor

PUNTOS	TIPO DE SUELO	SUELO					
		PH	T°	Arena	Limo	Arcilla	MATERIA ORG. %
FATIMA	CULTIVO	6.17	24.10	55	26	15	7.10%
	PASTO	6.02	23.90	75	11	34	6.90%
	BOSQUE	5.49	23.90	12	9	26	4.50%
LAS AMERICAS	CULTIVO	5.95	24.00	59	28	16	6.90%
	PASTO	5.80	23.80	81	14	33	7.50%
	BOSQUE	5.53	23.70	19	11	28	5.30%
SECTOR 2 1/2	CULTIVO	5.87	23.60	6	20	14	8.10%
	PASTO	5.73	23.70	75	15	30	7.60%
	BOSQUE	5.55	23.60	13	12	29	6.50%
PAICO	CULTIVO	5.91	23.50	58	27	15	7.70%
	PASTO	5.75	24.10	80	12	35	7.10%
	BOSQUE	5.58	23.80	15	8	30	5%
UNION BASE	CULTIVO	5.87	23.50	62	23	12	6.80%
	PASTO	5.71	23.30	75	14	33	6.20%
	BOSQUE	5.51	23.70	14	10	27	6%

Anexo 4 Triangulo de textura
Fuente: Laboratorio de Suelo



Anexo N° 5 Triangulo de textura
Fuente: Laboratorio de Suelo

