

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE
URACCAN

RECINTO NUEVA GUINIA

MONOGRAFÍA

1993

**Influencia de la Reforestación en los Caudales de las Fuentes de Agua en
Cuatro Comunidades del Municipio de Nueva Guinea**
(Período: Mayo 01 - Abril 02)

Para optar el título de Ingeniero en Silvicultura

Autores

Br. Roger Mauricio Soza,
Br. José Tomás Rivas Bueardo.

Tutor

Ing. Roder García Nicaragua.

Nueva Guinea, Diciembre de 2003.

**Universidad de las Regiones Autónomas
de la Costa Caribe Nicaragüense
URACCAN**

Recinto Nueva Guinea

MONOGRAFÍA

***Influencia de la Reforestación en los Caudales de las Fuentes de Agua
en cuatro Comunidades del Municipio de Nueva Guinea
(Periodo Mayo/01 - Abril/02)***

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

Autores

**Br. Róger Mauricio Soza
Br. José Tomás Rivas Bucardo**

Tutor

Ing. Roder García Nicaragua

Nueva Guinea, Diciembre de 2003

Dedico este estudio a Dios sobre todas las cosas que me dio la vida y sabiduría, a universidad URACCAN por darme la oportunidad de prepararme profesionalmente, a mi madre que ha estado en todo momento y que con mucho esfuerzo me ha ayudado a salir adelante para alcanzar mi carrera profesional, a mi lindo hijo primogénito Jeyson Mauricio Soza Calero.

Róger Mauricio Soza.

Este trabajo monográfico se lo dedico a nuestro señor Jesucristo que con su amor supo dotarme de sabiduría, entendimiento para apropiarme de los conocimientos necesarios para así poder servir a nuestra sociedad. De igual manera a mi madre que con esfuerzo y sacrificio me brindó lo necesario para lograr la meta de ser un profesional, así mismo a mis hermanos, esposa e hija que con amor me brindaron ese apoyo moral y espiritual para que en el avance del camino no desmayare.

José Tomás Rivas Bucardo.

AGRADECIMIENTOS

A universidad URACCAN, a docentes que nos dieron el conocimiento, compañeros de clase y demás personas que nos apoyaron para lograr el objetivo final de esta investigación.

Índice General

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Índice general.....	iii
Índice de Tablas y anexos.....	iv
ABSTRACT O Resumen.....	v
Pág.	
I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	3
2.1. General.....	3
2.2. Específicos.....	3
III. Hipótesis.....	4
IV. Marco teórico.....	5
4.1. Agua.....	5
4.1.1. Ciclo hidrológico.....	5
4.1.2. Agua en la tierra.....	5
4.1.3. Desarrollo social en el uso del agua.....	6
4.1.4. Salud y vida.....	7
4.1.5. Desarrollo productivo.....	7
4.1.6. Concepto aforo.....	7
4.1.7. Concepto Infiltración.....	8
4.2. Suelo.....	9
4.2.1. Influencia de los árboles y bosques en el suelo.....	9
4.2.2. Conservación de nutrimentos en el suelo.....	10
4.2.3. Permeabilidad el suelo.....	12
4.2.4. Las raíces de las plantas.....	12
4.2.5. Materia orgánica en el suelo.....	13
4.2.6. Sombra de las plantas en el suelo.....	14
4.3. Forestal.....	14
4.3.1. Plantaciones forestales.....	14
4.3.2. Beneficios de la reforestación.....	15
4.3.3. Inventario forestal.....	15
4.3.3.1. Planificación de inventario forestal.....	15
4.3.3.2. Diámetro a la Altura del Pecho. (DAP).....	15
4.3.3.3. Altura.....	16
4.3.3.4. Volumen.....	16

V. Metodología.	17
5.1. Localización.....	17
5.2. Aspectos climáticos y físicos – naturales.....	17
5.3. Metodología del estudio.....	17
I Etapa de oficina.	
5.3.1. Construcción de instrumentos para levantamiento de datos de campo.....	17
II Etapa de campo.	
5.3.2. Medición de aforos.....	18
5.3.3. Inventario forestal.....	18
5.3.3.1. Reconocimiento del área.....	18
5.3.3.2. Ejecución de inventario forestal.....	18
5.3.3.3. Datos de campo del inventario.....	19
5.3.3.4. Resultados del inventario forestal.....	19
5.3.4. Recolección de datos meteorológicos.....	19
5.3.5. Prueba de infiltración.....	19
5.3.6. Características físicas del suelo en las áreas reforestadas.	20
III Etapa de procesamiento y análisis de datos.	
5.3.7. Procesamiento y análisis estadístico de base de datos...	20
5.4. Variables a medir.....	20
5.5. Equipos y materiales.....	21
VI. Resultados.	22
6.1. Aforos.	22
6.2. Inventario forestal.	23
6.2.1. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.....	23
6.2.2. Especies encontradas en la vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.....	24
6.2.3. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.....	25
6.2.4. Especies encontradas en la vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.....	26
6.3. Precipitaciones.....	27
6.4. Infiltración de agua.	28
6.5. Características físicas del suelo.	28
6.6. Correlación vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.....	29
6.7. Regresión vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.....	29
6.8. Correlación vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.....	30
6.9. Regresión vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.....	30

VII. Análisis y discusión.	31
7.1. Efecto de la reforestación en los caudales de las fuentes de agua.....	31
7.2. Relación fuentes testigos con fuentes reforestadas.....	32
7.3. Capacidad de infiltración de las fuentes de agua estudiadas...	33
7.4. La reforestación en las características físicas del suelo.....	33
VIII. Conclusiones y Recomendaciones.	34
8.1. Conclusiones.	34
8.2. Recomendaciones.	35
IX. Lista de Referencias.	36
X. Anexos.	37

Índice de Tablas y Anexos

	Pág.
Tabla No. 1 Aforos promedios mensuales de todas las fuentes en galones por minutos.....	22
Tabla No. 2 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.....	23
Tabla No. 3 Especies encontradas en la vegetación mayor de todas las fuentes.....	24
Tabla No. 4. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.....	25
Tabla No. 5. Especies encontradas en la vegetación menor de todas las fuentes.....	26
Tabla No. 6. Precipitaciones.....	27
Tabla No. 7. Infiltración de agua.....	28
Tabla No. 8. Características físicas del suelo.....	28
Tabla No. 9. Correlación vegetación mayor.....	29
Tabla No. 10. Regresión vegetación mayor.....	29
Tabla No. 11. Correlación vegetación menor.....	30
Tabla No. 12. Regresión vegetación menor.....	30
Anexo No. 1. Formulario de Medición de aforos	38
Anexo No. 2. Formulario de Inventario Forestal.....	39
Anexo No. 3. Formulario de Datos meteorológicos	42
Anexo No. 4. Formulario de Infiltración de agua.....	43
Anexo No. 5. Formulario de Propiedades físicas del suelo.....	44
Anexo No. 6. Aforo Los Laureles.....	45
Anexo No. 7. Aforo Caracito.....	46
Anexo No. 8. Aforo Testigo 1.....	47
Anexo No. 9. Aforo El Verdún	48
Anexo No. 10. Aforo La Carlos Fonseca Amador.....	49
Anexo No. 11. Aforo Testigo 2.....	50
Anexo No. 12. Inventario Forestal vegetación mayor.....	51
12.1 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Los Laureles.....	51
12.2 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Caracito.....	52
12.3 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Testigo 1.....	53
12.4 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP El Verdún.....	54
12.5 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP La Carlos Fonseca Amador.....	55
12.6 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Testigo 2.....	56
12.7 Uso de las especies Los Laureles.....	57
12.8 Uso de las especies Caracito.....	57
12.9 Uso de las especies Testigo 1.....	58
12.10 Uso de las especies El Verdún.....	58
12.11 Uso de las especies La Carlos F. Amador.....	59
12.12 Uso de las especies Testigo 2.....	59

Anexo No. 13. Inventario Forestal vegetación menor.....	60
13.1 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Los Laureles..	60
13.2 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Caracito.....	60
13.3 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Testigo 1.....	61
13.4 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP El Verdún.....	61
13.5 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP La Carlos Fonseca Amador.....	62
13.6 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Testigo 2.....	62
Anexo No. 14. Gráficos.....	63
Gráfico 1 Comportamiento del caudal Los Laureles.....	63
Gráfico 2 Comportamiento del caudal Caracito.....	63
Gráfico 3 Comportamiento del caudal Testigo 1.....	64
Gráfico 4 Comportamiento del caudal El Verdún	64
Gráfico 5 Comportamiento del caudal Carlos F. Amador.....	65
Gráfico 6 Comportamiento del caudal Testigo 2.....	65
Gráfico 7 Comportamiento del caudal de todas las fuentes.	66
Gráfico 8 Precipitaciones May/01 – Abr/02.....	66
Gráfico 9 Infiltración de agua por fuente.....	67
Anexo No. 15. Fotos.....	68
Foto 1. Aforos.....	68
Foto 2. Inventario Forestal.....	68
Foto 3. Infiltración de agua.....	69
Foto 4. Muestreo de suelo.....	69
Anexo No. 16. Plano Los Laureles.....	70
Anexo No. 17. Plano Caracito.....	71
Anexo No. 18. Plano Testigo 1.....	72
Anexo No. 19. Plano El Verdún	72
Anexo No. 20. Plano Carlos F. Amador.....	73
Anexo No. 21. Plano Testigo 2.....	74
Anexo No. 22. Mapa de estudio.....	75
	76

ABSTRACT o Resumen

Este estudio se enfocó en evaluar el efecto de la reforestación en el comportamiento de los caudales de las fuentes reforestadas en las comunidades Los Laureles, Caracito, Verdún y la Carlos Fonseca Amador, se ubica en el Municipio de Nueva Guinea, RAAS Nicaragua, el periodo Mayo/01 – Abril/02. En el caso de la Carlos Fonseca Amador y Verdún se incluyó (Para ambas) una fuente como testigo sin reforestar (Costado sur del municipio) Para Los Laureles y Caracito presenta igual condición (Costado norte del municipio).

El comportamiento del caudal, las fuentes de bosques reforestados hubo mayor producción de agua que en las fuentes que no han sido reforestadas, tanto en época seca como en lluviosa el resultado demostró que la forestación influye de manera positiva en el incremento de los caudales de las fuentes de agua.

En el caso de la infiltración las fuentes con mayor infiltración son las fuentes no reforestadas (testigos), y las fuentes reforestadas presentaron menor infiltración. En las características del suelo las fuentes reforestadas presentan mejor porosidad y materia orgánica con relación a las fuentes testigos.

Durante el análisis de correlación y regresión de la vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP. (Vegetación mayor) se encontró que el coeficiente de correlación entre la cantidad de árboles y el aforo es positivo alto (0.83240), estadísticamente esta correlación es significativa y en la regresión entre el número de árboles por área y el aforo, el nivel de probabilidad es de 3.98%, la regresión es significativa. Para la vegetación menor (2.5 – 9.9 cm. de DAP), el coeficiente de correlación entre la cantidad de árboles y el aforo es positivo (0.57782). En la regresión el nivel de probabilidad es significativo (1.64%).

Las especies que sobresalieron en la vegetación mayor y menor son acassia mangium (*Cassia mangium*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Acacia amarilla (*Cassia siamea*), estas especies han sido usadas para la reforestación de las fuentes. La superficie de bosques protegidos de la fuente oscila entre 1 y 1.82 ha. La cual es relativamente pequeño dado la importancia de las fuentes de agua.

I. Introducción.

El Municipio de Nueva Guinea se localiza en el departamento de la Región Autónoma del Atlántico Sur RAAS, al sur este de la República de Nicaragua, se fundó en 1965, está situado en una zona de trópico húmedo, forma parte del área de amortiguamiento entre la selva tropical húmeda y la frontera agrícola, con una extensión de 2650 Km² (Rivera, 1999).

Antes de la fundación de este poblado los bosques se encontraban en estado natural y con él ríos con un potencial caudaloso y abundante, donde se encontraba un equilibrio entre flora, fauna y suelo. Al inicio de la llegada de los primeros pobladores se produjo el despale masivo, lo que acarreo como consecuencia la pérdida de especies forestales, disminuyendo el caudal y desaparición de muchas fuentes de agua. Con el uso inadecuado que se ha dado a los recursos hídricos y forestales, organismos, instituciones y comunidades se han planteado la protección y reposición de estos a través de la reforestación, como una alternativa de sostenibilidad de los miniacueductos de comunidades del municipio.

Un total de 76 países en el mundo, han perdido ya todos sus bosques primarios, y otros once pueden perderlos en los próximos años. Los bosques además de proteger la biodiversidad, proporcionan madera, leña, evitan la erosión, regulan el ciclo hidrológico, retienen el carbono y frenan el cambio climático. Sin embargo, los bosques mundiales han desaparecido, y las áreas forestales con mayor biodiversidad están en peligro.

Para reducir el impacto desfavorable de las actividades productivas surgieron en el municipio en la década de los años noventa organismos no gubernamentales entre ellos PASOC, PRODES, PRA-DC, Auxilio Mundial, Ayuda en Acción, los que unieron esfuerzos en actividades de reforestación, protección de fuentes de agua y cambios en la formas de producción tradicional para la protección del medio ambiente.

En la actualidad los recursos hídricos se encuentran en un estado de deterioro, de contaminación y disminución de sus caudales, llegando hasta secarse por la influencia humana esto debido a carencia de un buen manejo y uso de las fuentes abastecedoras de agua.

En la última década la protección y conservación de las fuentes de agua es una actividad de mucha significancia, sin embargo los resultados producidos por estas acciones no han sido evaluados por ningún organismo en el municipio de Nueva Guinea.

Con la disminución de las superficies de bosques en las fuentes de agua se derivan problemas sociales y económicos; siendo los principales la degradación de los recursos de agua y la disminución de su calidad, deficiencia de servicios básicos, fundamentales para los quehaceres domésticos y el desarrollo de las comunidades y finalmente la consecuencias a que se expone la salud de la población.

El presente estudio pretende explicar desde una visión científica los problemas de reforestación en las fuentes de abastecimiento de agua potable en las comunidades Los Laureles, Caracito, Verdún y la Carlos Fonseca Amador, de igual manera determinar características físicas del suelo, el grado de infiltración y el comportamiento del caudal.

La importancia de este trabajo es contribuir en forma significativa a otros estudios de investigaciones científica; a través de generar datos de aforo, características de suelo y de infiltración.

Esperamos brindar información de las fuentes de agua para el consumo humano, con superficies reforestadas y datos de infiltración que sean útil para la toma de decisiones de otras comunidades que presentan problemas así también sirvan como información a organismos e instituciones del municipio.

II. Objetivos.

2.1. General.

- ✓ Influencia de la Reforestación en los Caudales de las Fuentes de Agua en cuatro Comunidades del Municipio de Nueva Guinea (Periodo Mayo/01 - Abril/02).

2.2. Específicos.

- ✓ Evaluar el efecto de la reforestación en el comportamiento de los caudales de las fuentes de abastecimiento de agua en las comunidades Los Laureles, Caracito, Verdún y la Carlos Fonseca Amador.
- ✓ Comparar testigos con fuentes reforestadas.
- ✓ Medir la capacidad de infiltración de cuatro fuentes de abastecimiento de aguas reforestadas y dos no reforestadas.
- ✓ Conocer la incidencia de la reforestación sobre las características físicas del suelo en las áreas reforestadas.

III. Hipótesis.

A mayor superficie reforestada de las fuentes de agua mayor caudal.

El caudal de agua en un río es el volumen de agua que fluye por un punto determinado en un tiempo dado. Este caudal depende de la superficie de la cuenca que contribuye al río, de la precipitación que cae sobre ella, de la infiltración que ocurre en el suelo, de la evaporación que se produce en la superficie del agua, de la temperatura del agua, de la velocidad del viento, de la presión atmosférica, etc.

El caudal de agua en un río es el resultado de la suma de los caudales de las fuentes de agua que contribuyen al río. Este caudal depende de la superficie de la cuenca que contribuye al río, de la precipitación que cae sobre ella, de la infiltración que ocurre en el suelo, de la evaporación que se produce en la superficie del agua, de la temperatura del agua, de la velocidad del viento, de la presión atmosférica, etc.

3.1. Caudal de agua.

El caudal de agua en un río es el volumen de agua que fluye por un punto determinado en un tiempo dado. Este caudal depende de la superficie de la cuenca que contribuye al río, de la precipitación que cae sobre ella, de la infiltración que ocurre en el suelo, de la evaporación que se produce en la superficie del agua, de la temperatura del agua, de la velocidad del viento, de la presión atmosférica, etc.

El caudal de agua en un río es el resultado de la suma de los caudales de las fuentes de agua que contribuyen al río. Este caudal depende de la superficie de la cuenca que contribuye al río, de la precipitación que cae sobre ella, de la infiltración que ocurre en el suelo, de la evaporación que se produce en la superficie del agua, de la temperatura del agua, de la velocidad del viento, de la presión atmosférica, etc.

El caudal de agua en un río es el volumen de agua que fluye por un punto determinado en un tiempo dado. Este caudal depende de la superficie de la cuenca que contribuye al río, de la precipitación que cae sobre ella, de la infiltración que ocurre en el suelo, de la evaporación que se produce en la superficie del agua, de la temperatura del agua, de la velocidad del viento, de la presión atmosférica, etc.

3.2. Fuentes de agua.

Las fuentes de agua son los lugares donde el agua se acumula o se produce. Estas fuentes pueden ser naturales, como los ríos, lagos, mares, etc., o artificiales, como las represas, etc.

IV. Marco Teórico.

4.1. Agua.

Concepto: El agua es una de las sustancias que más abundan sobre la tierra. Debido a la estructura y las propiedades de sus moléculas, tiene una capacidad de disolución de las sustancias del suelo y una tensión superficial muy elevada, además de conservar en alto grado el calor, todo lo cual es muy importante para la vida. El agua está presente en la atmósfera y la hidrosfera (mares, lagos, agua del subsuelo, glaciares, etc.)

Químicamente el agua es una combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O), la unión de estos tres átomos se produce de manera que el ángulo que se forma entre sus respectivos centros es siempre de 104.5° . (Océano, 1999)

4.1.1. Ciclo hidrológico.

El agua es un recurso de flujo, el cual está a disposición de la población en la cantidad necesaria, de acuerdo a la distribución especial de las precipitaciones, las condiciones y características de los factores naturales tales como el suelo y la vegetación que condiciona el flujo hídrico.

El ciclo de las precipitaciones es el factor activo del régimen hídrico, mientras el suelo se constituye en el factor pasivo, el cual recibe los volúmenes de precipitación que mediante procesos energéticos convierte parte de estos volúmenes en escorrentía superficial, configurando el flujo superficial de caudales que fluye por los canales de drenaje constitutivos de la red hídrica de la cuenca hidrográfica.

La actividad productiva biológica de la vegetación actúa como factor moderador dentro del ciclo hídrico. El efecto moderador de la vegetación se realiza en diferentes momentos de la configuración del ciclo hídrico. Inicialmente actúa como interceptora de los volúmenes de agua del flujo de entrada de precipitación a la cuenca hidrográfica dando lugar a la generación de un flujo de evaporación directa desde la superficie de la vegetación (Morales, 1999).

4.1.2. Agua en la tierra.

Una característica fundamental del agua es la abundancia en la tierra, que cubre un 71% de su superficie, con una profundidad media 3,800 metros. La hidrosfera contiene una inmensa cantidad de agua dulce, (aproximadamente el 1%), es la que reside en el mantenimiento de la vida terrestre (Wetzel citado por Rodríguez, 1998).

El agua se encuentra en constante movimiento hacia arriba y abajo del suelo, sirviendo de esta manera como nexo imprescindible a los ecosistemas de la tierra, único lugar donde esta se encuentra en estado líquido. Una proporción del agua se introduce en la tierra o fluye sobre ésta, penetrando al suelo, desplazándose entre organismos, recargando mantos acuíferos, subterráneos, volviendo a colmar ríos y lagos y adentrándose en los océanos (UICN, PNUMA, WWF, citado por Rodríguez, 1998).

El agua es esencial para todas las formas de vida, actúa como un solvente y portador de los nutrientes del suelo hasta la planta y dentro de ella, y mantiene la turgencia de la misma. El agua influye principalmente en el proceso de desgaste de las rocas y génesis del suelo, También provoca erosión en el suelo.

El agua desempeña un papel muy importante en las relaciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Aunque las plantas absorben cierta cantidad directamente de la lluvia y del rocío, la mayor parte utilizada por las plantas proviene del agua retenida por el suelo.

El movimiento y retención de agua en el suelo son afectados, principalmente, por características del suelo, tales como la estructura, la textura, la naturaleza y cantidad de materiales coloidales inorgánicos y orgánicos, clase y cantidad de cationes cambiables y tamaño y volumen total del espacio poroso.
<http://pastizales.uat.edu.mx/cap2bis111.htm>

4.1.3. Desarrollo social en el uso del agua.

El agua ha sido siempre un recurso de uso positivo y de efectos negativos para el hombre. No hay equilibrio ecológico sin ella, no hay vida, energía, riego, navegación, abastecimiento potable para servicios básicos. Estas son formas de aprovechamiento de los recursos hídricos con intervención del hombre; en los aspectos negativos provoca pérdidas de las cosechas, inundaciones, erosiona los suelos y contamina (Morales, 1999)

A medida que las poblaciones aumentan, la sostenibilidad de la utilización del agua, dependerá en última instancia del grado en el cual la gente adapte su comportamiento para respetar el ciclo del líquido. Es necesario que las sociedades desarrollen la capacidad, la convivencia y los conocimientos para manejar adecuada e inteligentemente la tierra y el agua, con hechos que permitan mantener la calidad y cantidad de las fuentes de suministro de agua para las poblaciones y ecosistemas que las sustentan (UICN, PNUMA, WWF, citado por Rodríguez, 1998) .

El agua se encuentra en constante movimiento hacia arriba y abajo del suelo, sirviendo de esta manera como nexo imprescindible a los ecosistemas de la tierra, único lugar donde esta se encuentra en estado líquido. Una proporción del agua se introduce en la tierra o fluye sobre ésta, penetrando al suelo, desplazándose entre organismos, recargando mantos acuíferos, subterráneos, volviendo a colmar ríos y lagos y adentrándose en los océanos (UICN, PNUMA, WWF, citado por Rodríguez, 1998).

El agua es esencial para todas las formas de vida, actúa como un solvente y portador de los nutrientes del suelo hasta la planta y dentro de ella, y mantiene la turgencia de la misma. El agua influye principalmente en el proceso de desgaste de las rocas y génesis del suelo, También provoca erosión en el suelo.

El agua desempeña un papel muy importante en las relaciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Aunque las plantas absorben cierta cantidad directamente de la lluvia y del rocío, la mayor parte utilizada por las plantas proviene del agua retenida por el suelo.

El movimiento y retención de agua en el suelo son afectados, principalmente, por características del suelo, tales como la estructura, la textura, la naturaleza y cantidad de materiales coloidales inorgánicos y orgánicos, clase y cantidad de cationes cambiables y tamaño y volumen total del espacio poroso.
<http://pastizales.uat.edu.mx/cap2bis111.htm>

4.1.3. Desarrollo social en el uso del agua.

El agua ha sido siempre un recurso de uso positivo y de efectos negativos para el hombre. No hay equilibrio ecológico sin ella, no hay vida, energía, riego, navegación, abastecimiento potable para servicios básicos. Estas son formas de aprovechamiento de los recursos hídricos con intervención del hombre; en los aspectos negativos provoca pérdidas de las cosechas, inundaciones, erosiona los suelos y contamina (Morales, 1999)

A medida que las poblaciones aumentan, la sostenibilidad de la utilización del agua, dependerá en última instancia del grado en el cual la gente adapte su comportamiento para respetar el ciclo del líquido. Es necesario que las sociedades desarrollen la capacidad, la convivencia y los conocimientos para manejar adecuada e inteligentemente la tierra y el agua, con hechos que permitan mantener la calidad y cantidad de las fuentes de suministro de agua para las poblaciones y ecosistemas que las sustentan (UICN, PNUMA, WWF, citado por Rodríguez, 1998).

4.1.4. Salud y vida.

La salud humana, el bienestar y la calidad de vida, tienen relación directa con la cantidad y calidad de los recursos hídricos. El agua posee varias propiedades poco comunes que la hacen útil como medio fundamental de vida. (Rodríguez, 1998).

Sin embargo la calidad del agua, es una de las causas principales de enfermedad y muerte de los Centroamericanos (ALIDES citado por Rodríguez 1998).

4.1.5. Desarrollo productivo.

El agua está presente en todo el planeta, en su atmósfera y en todos los seres vivos o muertos, el agua es importante desde el punto de vista de explotación de los recursos hidráulicos, que implica el almacenamiento y la conducción del agua desde el lugar y el tiempo en que se produce naturalmente al lugar y el tiempo en que sea de beneficio.

En Centroamérica el potencial del recurso hídrico es importante como base para el desarrollo, no obstante por los procesos de desarrollo e industrialización, se han deteriorado de manera significativa tanto los caudales como la calidad del agua (ALIDEZ citado por Rodríguez, 1998).

Nicaragua es un país que tiene abundantes fuentes de agua para satisfacer las necesidades de todos sus habitantes. En realidad hay muchísima agua para nuestras necesidades, pero no se encuentra con mucha frecuencia en el tiempo y en el lugar que se le necesita.

En las zonas rurales del municipio de Nueva Guinea, muchas comunidades la forma de obtener este vital líquido es a través de la excavación de pozos y fuentes de agua. En el casco urbano, el agua de consumo humano proviene del río El Zapote, donde hasta el momento no se le ha dado el debido uso y protección, es un recurso más que está siendo explotado indiscriminadamente, de continuar así en el futuro traerá como resultado la sequía y por ende afectación a seres humanos, animales y plantas forestales.

4.1.6. Concepto Aforo.

Es la medición de la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo (Laurousse, 1998).

4.1.7. Infiltración.

Concepto: Es el agua de lluvia que penetran en el suelo por percolación (Laurousse, 1998).

La infiltración se refiere a la entrada descendente o movimiento del agua a través de la superficie del suelo. La filtración es el movimiento del agua a través de una columna de suelo, generalmente en condiciones sub-saturadas o casi saturadas. La permeabilidad indica la facilidad relativa de movimiento del agua dentro de un suelo.

Una superficie compacta permite menos infiltración. El impacto de la lluvia reduce la infiltración, en especial en suelos dispersables con facilidad. El impacto de la lluvia influye en forma directa sobre la infiltración, pero no sobre la filtración. Las superficies del suelo con capa vegetativa tienen menos velocidad de infiltración que los suelos desnudos.

Los suelos cálidos absorben más agua que los fríos. En los suelos arcillosos, el agrietamiento producido por el secado también aumenta la infiltración en las etapas iniciales, hasta que el suelo se hincha de nuevo y la infiltración disminuye. Una vez saturado el suelo, la velocidad de infiltración depende del índice de filtración. En general la velocidad de infiltración es más baja en suelos húmedos que en suelos secos. Los suelos superficiales permiten una infiltración menor que los suelos profundos.

CLASIFICACION DE INFILTRACIÓN

Muy lenta	: 1. 27mm/h
Lenta	: 1.27- 5.08mm/h
Moderadamente lenta	: 5.08- 20.32mm/h
Moderada	: 20.32- 63.05mm/h
Moderadamente rápida	: 63.05- 127mm/h
Rápida	: 127- 254mm/h

<http://pastizales.uat.edu.mx/cap2bis111.htm>

4.2. Suelo.

Concepto: Es el medio natural para el crecimiento de las plantas terrestres que de un modo u otro ha desarrollado horizontes diferenciados. En este sentido el suelo tiene un espesor determinado para la profundidad radicular de las plantas. Muchos de los factores que afectan la capacidad de las tierras, tales como el drenaje natural, las fuentes de elementos nutritivos para las plantas y el clima, también afectan la productividad del terreno. Otros como el grado de inclinación y susceptibilidad para la erosión, tienen poco efecto directo sobre la productividad. La relación entre las capacidades agrológicas y la posible agrupación de los suelos de acuerdo a su capacidad productiva, puede ser estrecho o inexistente, dependiendo de los factores que dominen. (García M; Vásquez 1995)

4.2.1. Influencia de los árboles y bosques en el suelo.

En la actualidad y a nivel mundial se presenta una destrucción considerable del recurso suelo. El suelo productivo, rico en nutrientes, es arrastrado por efecto de la erosión, sedimentándose en ríos, lagos y mares. El agua de ríos y lagos pierde su transparencia y se torna color café; los peces y otros organismos del medio acuático tienen dificultades para sobrevivir.

La eliminación de la vegetación dificulta la penetración del agua al suelo. En vez de ser absorbida por el suelo, el agua corre por la superficie, produciéndose así la erosión hídrica. Los efectos directos son: inundaciones en invierno, sequías en verano y pérdida de la capacidad productiva en los suelos erosionados.

El árbol aporta al suelo la materia orgánica imprescindible para mantener una buena estructura; con su sombra impide que esta materia orgánica se descomponga rápidamente por el efecto del sol; con su sistema de raíces el árbol mejora el suelo y favorece la infiltración del agua.

Las raíces de los árboles rompen y desmenuzan las capas duras o impermeables del suelo, mejorando su capacidad de infiltración.

El bosque actúa como una enorme esponja que absorbe el agua en abundancia y luego la libera paulatinamente. Esta es su función reguladora de caudales, procurando un escurrimiento controlado.

El suelo de un bosque puede retener entre 5 y 6 veces más agua que el suelo de un pasto y 10 o 15 veces más que un suelo agrícola. Por tanto la deforestación afecta los arroyos disminuyendo su caudal y volviendo irregulares sus caudales.

Los árboles conservan el suelo protegiéndolo contra la erosión; sus raíces son fijadoras de suelo a lo largo de los ríos, en los taludes de estanques y carreteras, que sin árboles se desplazan e invaden terrenos agrícolas. Los árboles ayudan a contrarrestar los factores de la erosión hídrica fundamentalmente por las siguientes razones:

1. La presencia de una capa de hojarasca amortigua el impacto directo del agua sobre el suelo, la absorbe y la libera paulatinamente.
2. La copa de los árboles intercepta la lluvia y disminuye la cantidad de agua que llega al suelo.
3. La intercepción de la lluvia por el follaje también reduce la fuerza del impacto del agua sobre el suelo.
4. Las raíces de los árboles ayudan a mantener al suelo agregado e impiden su movimiento debido al agua o al viento.
5. La penetración de las raíces en el suelo aumenta la porosidad, favoreciendo la infiltración y la absorción de agua, de este modo disminuye la escorrentía (el flujo de agua por la superficie) (García M. y Vásquez 1995)

El medio más eficaz para conservar el suelo y el agua en las regiones lluviosas es la vegetación forestal. Sin embargo, el desarrollo de civilizaciones complejas en esas regiones obliga a usar una gran parte de la tierra para fines distintos a la producción forestal, los que resultan más aleatorios desde el punto de vista de la conservación del suelo y de la humedad. De las tierras cubiertas originalmente de bosque, algunas partes están físicamente mejor preparadas que otras para esas utilidades.

El agua que no se evapora o que la vegetación no utiliza, se escurre lentamente a través del suelo para alimentar los manantiales, las corrientes subterráneas o para suplir depósitos de agua más profundos. Esta asociación perfecta entre la vegetación, el suelo y el agua, junto a la abundancia de aire y de sol, preserva y renueva constantemente cada uno de los elementos que la integran. (X. Hull, 1995)

4.2.2. Conservación de nutrimentos en el suelo.

El árbol se diferencia de las plantas anuales y herbáceas por dos razones: su carácter perenne (larga vida) y su tamaño, tanto de la parte aérea (tronco, ramas y hojas) como de la parte subterránea (raíces).

En el bosque tropical no perturbado especialmente en zonas de alta precipitación, la mayor parte de los nutrientes se encuentran en la vegetación en pie; de esta manera se encuentran relativamente protegidos de la erosión y la lixiviación.

Los árboles desarrollan un sistema de raíces abundante y profundo, lo que les permite extraer nutrientes necesarios para su desarrollo. Estos se acumulan en todas las partes del árbol y retornan al suelo a través de la caída de las hojas, ramas, frutos y la pudrición de raíces; la descomposición de la hojarasca en bosques tropicales ocurre de manera rápida, los nutrimentos son absorbidos por las raíces localizadas principalmente en los horizontes más superficiales del suelo.

Este ciclo relativamente cerrado de nutrimentos explica por qué los suelos asociados con una vegetación tan abundante, son a menudo, relativamente pobres en nutrimentos y no muy fértiles cuando se les utiliza para la agricultura con monocultivos.

Luego del corte del bosque, los nutrimentos que estaban contenidos en la biomasa vegetal se pierden, en su gran mayoría, o se incorporan al suelo.

La capa de humus a menudo es destruida por la quema y por la exposición a la radiación solar. Aunque la liberación momentánea de nutrimentos permite el cultivo durante algunos años, y hasta disminuye la acidez del suelo, el uso prolongado de esta técnica para el establecimiento de un cultivo, frecuentemente ocasiona un serio deterioro de este recurso.

Además de bombear nutrientes, algunos árboles son capaces de extraer nitrógeno del aire y transformarlo en materia orgánica mediante la actividad de algunas bacterias.

Existen también las micorrizas, que son hongos asociados con las raíces de las plantas; facilitan la absorción de ciertos nutrimentos de las plantas y a su vez reciben agua y minerales, que no pueden obtener directamente de los suelos.

Tampoco hay que olvidar que la densa capa de materia orgánica que proporcionan los árboles junto con sus raíces, proveen condiciones para el establecimiento de la microfauna, gusanos, insectos, etc.

La presencia sobre la superficie de hojas y algas que puedan acumular agua y nutrimentos; mecanismo de fijación de nitrógeno en algunas especies de árboles, algas líquenes y condiciones de elevadas acidez, (bajo ph del suelo que inhibir la acción de algunos microorganismos)

El rasgo más crítico de estos mecanismos de conservación de nutrientes es su estrecha asociación con la parte orgánica viviente del bosque.

El árbol y los organismos del suelo son dos partes inseparables del ciclo de nutrientes si no hay vida en el suelo, no hay descomposición de materia orgánica y no hay nutrientes suficientes para la alimentación del árbol. (García M; Vásquez 1995)

4.2.3. Permeabilidad del suelo.

Concepto: Propiedad física que poseen ciertos terrenos y rocas de dejar filtrar a través de ellos líquidos o gases. (Larousse, 1998)

La rapidez con que el aire y el agua se mueven a través del suelo constituyen lo que se conoce como permeabilidad. El término conductividad hidráulica, que también se emplea algunas veces, se refiere a la prontitud con que los fluidos son transmitidos a través de él.

La permeabilidad depende básicamente de la distribución y tamaño de los poros en el suelo. Cuanto mayor es el número de macroporos mayor es la infiltración. Generalmente, el suelo disminuye la capacidad de absorción con la profundidad, a medida que las capas del subsuelo son más compactas; la compactación reduce en especial los macroporos. Con frecuencia, la textura y la estructura de un suelo se estudian en la práctica para la valoración cualitativa de la permeabilidad.

<http://pastizales.uat.edu.mx/cap2bis111.htm>.

4.2.4. Las raíces de las plantas.

Concepto: La raíz es el órgano de los vegetales que fija la planta al suelo, de donde absorbe el agua y las sales minerales. (Larousse, 1998)

Las raíces de las plantas, en conjunto, constituyen el sistema radical. Las funciones principales es fijación y la absorción. Además, todas las plantas almacenan habitualmente cierta cantidad de alimentos. El sistema de raíces sirven para la conducción del agua y las sales minerales absorbidas del suelo y los alimentos que puedan almacenarse.

Aproximadamente el 95% del cuerpo de las plantas es agua. Las raíces absorben agua, los tallos la conducen y las hojas usan agua en la fotosíntesis y transpiran al aire gran parte del agua absorbida por las raíces. La absorción de agua es una de las funciones principales de las raíces primarias jóvenes. Además la eficiencia en la actividad de absorción de agua de un sistema radical tiene una importancia considerable para el buen crecimiento de las plantas.

Algunos sistemas radicales fibrosos no penetran profundamente en el suelo sino que se extienden a lo largo, cierta distancia de la superficie y hacia el exterior, partiendo de la base de la planta.

Las raíces principales son aproximadamente del mismo tamaño, todas y cada una de ellas dan numerosas raíces laterales o de segundo orden, no tienen nudos como las de los tallos; de hecho, la falta de nudos es un rasgo externo característico que distingue a las raíces de los tallos. (Elliot Weier, 1999).

4.2.5. Materia orgánica en el suelo.

Concepto: La materia orgánica es un conjunto de materiales vegetales y animales, total o parcialmente descompuestos por la acción de los microorganismos presentes en el suelo. (Larousse, 1998)

El aporte de materia orgánica, mediante hojas, ramas, frutos, corteza, etc. Sobre el suelo crea una capa superficial, que retiene el agua de lluvia y de escorrentía permitiendo una mayor infiltración.

Esta materia orgánica una vez incorporada al suelo, determina una mayor capacidad de almacenamiento de agua. (García M.; Vásquez 1995)

El principal baluarte contra la erosión está en el propio piso forestal, en primer lugar, una capa de mantillo y humus que está formada por materia orgánica, hojas y raíces en diversos grados de descomposición, que recogen el agua que penetra la techumbre vegetal y le impide correr por la superficie. Es como un cedazo a través del cual se cuela el agua y llega al suelo. Este importantísimo manto de materia orgánica influye también sobre el suelo de distintas maneras y lo hace más permeable. El área del suelo se mantiene húmeda y absorbente, aún en el invierno. Los ácidos orgánicos del humus reaccionan con el suelo y lo hacen más poroso, dándole una especial soltura. Además en el piso forestal, constituye el principal ambiente de una vasta población de organismos importantes en la formación y conservación del suelo y en las acumulaciones de agua. (X. Hull, 1995)

4.2.6. Sombra de las plantas en el suelo.

Concepto: Es la oscuridad que producen las plantas en el suelo debido a la intercepción de los rayos de luz. (Larousse, 1998).

La sombra de los árboles y arbustos ayudan a disminuir la temperatura del suelo, regula la humedad a través del sistema foliar y una cubierta protectora de hojas secas. (Norbert, 1985).

El árbol con sus ramas y hojas, así como las hojas caídas protegen eficientemente el suelo. (García M. y Vásquez 1995)

4.3. Forestal

Concepto de Reforestación: La reforestación consiste en la repoblación artificial por plantación de pequeños árboles creados en viveros, o por siembra directa de semilla. (Larousse, 1998).

4.3.1. Plantaciones forestales.

El objetivo de las plantaciones es establecer una cubierta protectora que acelere el mejoramiento vegetativo del lugar. La siembra de plantitas de los almácigos son los materiales más satisfactorios para establecer una cubierta forestal en los trabajos de conservación del suelo y de la humedad.

La plantación de árboles se hace por lo general cuando los arbolitos están en estado latente, precisamente antes de comenzar la temporada de desarrollo, y en terreno húmedo.

El cuidado de una plantación requiere replantar al año o por lo menos en el segundo año, donde fracasó inicialmente. Debe examinarse cuidadosamente para determinar cuáles son los arbolitos que han prendido y cuáles son los que han muerto y necesitan remplazarse con otros nuevos.

La conservación de bosques artificiales tendrá por objeto obtener mayores beneficios económicos teniendo en cuenta la máxima y continua efectividad de la cubierta forestal, en la protección del suelo y de sus alrededores, contra la erosión y el escurrimiento excesivo.

Es necesario plantar árboles en tierras forestales que no están bien arboladas, cuando no se pueden obtener por reproducción natural, pues ésta daría un tipo y densidad de cubierta que no se desea, o bien cuando el depender exclusivamente de dicha fuente demora innecesariamente la obtención de la cubierta deseada.

La producción inicial del lugar reforestado indudablemente será muy inferior a la producción original, o a la de su capacidad potencial después de un periodo de tratamiento. (X. Hull, 1995)

4.3.2. Beneficios de la Reforestación.

Gran parte de los manantiales afloran en condiciones de laderas, diversos grados de humedad y de aridez. Estas condiciones vienen a confirmar la necesidad de los sistemas forestales, los cuales brindan protección bien estructurada al suelo, ya sea en una ladera por efecto erosivo de la lluvia, justifica de por sí su adopción, además de las ventajas económicas y ecológicas. La presencia del bosque artificial permite que la reducción de caudales en la época seca sea menos drástica. (Norbert, 1985)

4.3.3. Inventario forestal

El inventario forestal trata de describir la cantidad, calidad y crecimiento de los árboles que integran el bosque, considerando las características de la zona objeto de estudio. Es importante obtener información en cuanto a la superficie, estado de la vegetación, estructura, existencias maderables, composición de especies forestales, incremento y merma anual, régimen de propiedad, infraestructura, vías de comunicación, cursos de agua, todo para lograr un manejo y rendimiento sostenible y máximo (Norbert, 1985).

4.3.3.1. Planificación de Inventarios Forestales.

Los objetivos que se pretenden con la información resultante son necesarias para la planificación y desarrollo general de los bosques para proporcionar información sobre los recursos forestales.

La planificación de un inventario forestal implica el estudio de una serie compleja de problemas, decidiendo con precisión la información a utilizar y eligiendo el método que proporcione la deseada información con el mínimo de dinero, tiempo y trabajo, teniendo presente el personal disponible y su formación. (Norbert, 1985)

4.3.3.2. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

El Diámetro medido a 1.30 metros desde la superficie del suelo es una de las mediciones más importantes, porque es el parámetro con la mayor influencia para el cálculo de la sección transversal (Área basal) y del volumen. El DAP se mide con cinta diamétrica o con forcípula. (Norbert, 1985).

4.3.3.3. Altura.

La altura después del diámetro es el segundo factor importante en la determinación del volumen de un árbol. En las alturas, según la parte del árbol que se desea medir, se distinguen:

- Altura total : Distancia que existe desde la base del árbol hasta su ápice.
 - Altura de fuste : Es la distancia desde la base del árbol hasta donde inician las ramas.
 - Altura de copa : Es la diferencia entre la altura total y la altura del fuste.
 - Altura comercial : Es la altura del fuste que puede ser aprovechable.
- (Norbert, 1985)

4.3.3.4. Volumen.

El volumen normalmente es medido en metros cúbicos por hectárea (m³/ha), sigue siendo la información más importante que se levanta en un inventario.

$$V = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot h$$

- v = Volumen individual de cada árbol
- d² = Diámetro en metros cuadrados.
- π = 3.1416
- h = altura total individual de cada árbol (Norbert, 1985)

V. Metodología.

5.1. Localización.

El estudio se ubica en el municipio Nueva Guinea en las comunidades: Los Laureles, Caracito, Verdún y la Carlos Fonseca Amador; ubicándose estos sitios entre las coordenadas geográficas 11°43' de latitud norte y 84°30' de longitud oeste, con una altitud de 210 msnm. El área de las cuatro fuentes de agua es de una superficie de 5.54 hectáreas utilizadas para la protección de fuentes de agua y 2 hectáreas utilizadas en las 2 fuentes testigos, para un total de 7.54 hectáreas.

5.2. Aspectos Climáticos y Físicos Naturales.

El municipio de Nueva Guinea está situado en el trópico húmedo con precipitaciones de 2245 mm/año, con evaporación de 1221 mm en época de verano lo que representa un valor de 33% anual, la humedad relativa es 87.3%, presentando los niveles más altos en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto, con temperaturas promedio anual de 24.7 °C y se incrementa en los meses de Abril, Mayo y Junio, con vientos de dirección este (Rivera, 1999).

La topografía del terreno en su totalidad es plano ondulado y suelos francos arcillosos (Alcaldía, SNV, UNI, 1999)

El tipo de vegetación existente en el área de estudio es de bosque artificial, con especies forestales, en las que se destacan Acassia Mangium, Guaba, Acassia Amarilla, Laurel, Guayaba, Madero negro, Cortés, entre otras y su clasificación es de un bosque heterogéneo coetáneo, homogéneo y coetáneo.

5.3. Metodología de estudio.

I - Etapa de Oficina:

5.3.1. Construcción de Instrumentos para levantamiento de datos de campo.

Se construyeron los instrumentos a emplear en el campo, lo que nos permitió la recolección de los datos de campo de las variables e indicadores, para la obtención de resultados y dar respuesta al objeto de estudio.

Dentro de los instrumentos tenemos: formulario de aforo, formulario de inventario, formulario de precipitaciones, formulario de Infiltración de agua y formulario de las características físicas del suelo.

El diseño del inventario fue un muestreo sistemático simple con parcelas circulares de 200 m² para árboles adultos y subparcelas de 30 m² para todo lo que es regeneración natural con líneas equidistantes de 45 metros y sobre la línea de inventario la equidistancia fue de 30 metros entre parcelas. La primera parcela de cada línea de inventario se estableció a los 15 y 20 m de longitud y luego las restantes cada 30 m de longitud. La intensidad de muestreo se aplicó en un 10 % del área de estudio.

II - Etapa de campo.

5.3.2. Medición de Aforos.

La medición del comportamiento del caudal de las fuentes de agua se realizó cada 15 días (dos por mes); para un número de 26 en el año.

La metodología determinada consistió en recolectar el agua a través de un balde con volumen de 7 litros de agua y un tubo de 3 pulgadas de diámetro y medir el tiempo con la aplicación de un cronómetro.

El procedimiento consiste en captar la cantidad de agua de la fuente en el balde y la medición del tiempo que tarda en llenarse y de esta forma calcular los galones por minuto que da cada fuente, determinando el resultado de los aforos.

5.3.3. Inventario Forestal.

5.3.3.1. Reconocimiento del área.

Para llevar a cabo el proceso de inventario forestal de la vegetación se tomaron en cuenta los siguientes pasos:

1. Recorrido por el área, para observar y conocer las características de la cobertura vegetal, densidad del bosque, topografía, tamaño y forma del área.
2. Medición del área de bosques en los diferentes miniacueductos de cada comunidad (Los Laureles, Caracito, Verdún y La Carlos Fonseca Amador.)

5.3.3.2. Ejecución del Inventario Forestal.

La ejecución del inventario forestal se llevó a cabo en un área total de 7.54 hectáreas que representan a los cuatro miniacueductos y dos testigos y se recolectaron datos de la vegetación para un total de 34 parcelas.

5.3.3.3. Datos de Campo del Inventario Forestal.

La información de campo se procesó y analizó para obtener datos que respondan a los objetivos propuestos y confirmación de la hipótesis.

5.3.3.4. Resultados del Inventario Forestal.

Vegetación arbórea de 10 centímetros a más DAP

Área de parcelas de 200 metros cuadrados cada una

Vegetación mayor

- 1 Composición Florística.
2. Uso de las especies del bosque.
3. Parámetros de la estructura horizontal: abundancia, frecuencia, dominancia e Índice de valor de importancia.
- 4 Densidad Total y por Hectárea: Número de árboles por especie.
5. Distribución del área basal y volumen por especie: Distribución del Área basal y Volumen por Especie.

Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 centímetros de DAP

Área de parcelas de 30 metros cuadrados cada una

Vegetación menor

1. Composición florística.
2. Número de árboles y volumen por hectárea.

5.3.4. Recolección de datos meteorológicos.

Esta información se recopiló a través del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) Nueva Guinea, siendo la institución encargada de registrar estas informaciones.

La recolección de los datos meteorológicos corresponde a periodos mensuales de temperatura, humedad relativa y precipitaciones correspondientes del año Mayo/2001 – Abril/2002.

5.3.5. Prueba de infiltración.

En cada área de estudio se realizó tres muestras, mediante un hueco de forma circular de 0.15 metros de diámetro; con una profundidad de 0.30 metros donde se depositó agua hasta llegar a la capacidad de campo del suelo. Luego se midió la capacidad de infiltración cada 0.1 metros de profundidad que nos permitió obtener un promedio del tiempo de infiltración en milímetros.

5.3.6 Características físicas del suelo en las áreas reforestadas.

El diseño empleado para determinar las características físicas del suelo de las superficies de los miniacueductos, se llevó a cabo en 10 puntos distribuido en zig - zag en el área de las fuentes de agua de Los Laureles, Caracito, Verdún y la Carlos Fonseca Amador. La distancia entre cada sitio de muestreo será de 20 metros.

En cada punto se hizo un muestreo a través de un cilindro de 100 cm^3 , la muestra total de cada fuente fue de 1000 cm^3 y a nivel de todas las 4 fuentes reforestadas el área de estudio es de 4000 cm^3 .

En el caso de la Carlos Fonseca Amador y Verdún se incluyó (Para ambas) una fuente como testigo sin reforestar (Costado sur del municipio) Para Los Laureles y Caracito presenta igual condición (Costado norte del municipio)

Para cada fuente testigo el muestreo de la textura del suelo se realizó con la metodología descrita anteriormente para las fuentes de agua reforestadas.

Posteriormente se enviaron al laboratorio las muestras recolectadas para determinar la textura a través del método de Boyuco: densidad aparente, densidad real, porcentaje de porosidad, materia orgánica y humedad. (Núñez, 1998)

III - Etapa de Procesamiento y Análisis Estadístico de los Datos.

5.3.7. Procesamiento y Análisis Estadístico de Base de Datos.

Los datos recolectados de campo se procesaron y analizaron a través del programa estadístico SAS en los que se determinó la correlación y regresión lineal, la asociación de las variables y el grado de estreches entre estas. Finalmente se realizó el análisis de los resultados para determinar la veracidad de la hipótesis planteada.

5.4. Variables a Medir:

- i Aforos.
- ii Reforestación.
- iii Precipitaciones.
- iv Infiltración.
- v Propiedades Físicas del suelo.

5.5. Equipos y Materiales.

Equipos de campo.

1. Formatos.
2. Lápices.
3. Tabla de campo.
4. Cinta métrica 5 y 50 m.
5. Cinta diamétrica
6. Balde de 7 litros.
7. Pala.
8. Macana.
9. Machete
10. Brújula.
11. Clinómetro.
12. Cintas de colores
13. Cronómetro
14. Vehículo
15. Cámara fotográfica.

Materiales de oficina.

1. Papelería.
2. Disquetes 3.5"
3. Lápices y borrador.
4. Calculadora científica.
5. Escalímetro.
6. Reglas.
7. Micro - computadora...

VI. Resultados.

6.1. Aforos.

Tabla No. 1. Aforos promedios mensuales de todas las fuentes en galones por minutos

No.	Fuente	May/01	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene/02	Feb	Mar	Abr	Media	Máx	Mín
1	Los Laureles	25.4	25.4	26.6	27.5	27.1	27.0	26.6	27.1	27.0	26.8	26.4	26.0	26.6	27.5	25.4
2	Caracito	21.1	22.2	27.7	37.9	48.1	42.5	41.4	43.8	42.7	40.5	37.6	31.7	36.4	48.1	21.1
3	Testigo1	1.0	1.3	2.7	8.8	21.0	14.4	12.7	12.8	5.8	2.4	1.4	0.9	7.1	21.0	0.9
4	Verdún	8.0	8.6	9.7	10.8	11.7	10.7	9.9	11.0	11.7	10.4	10.2	9.7	10.2	11.7	8.0
5	Carlos F. Amador	11.9	17.5	21.3	28.4	28.4	23.6	21.9	23.2	22.2	21.7	18.8	17.6	21.4	28.4	11.9
6	Testigo2	7.5	7.5	9.9	11.1	12.7	11.9	9.8	11.2	8.4	6.8	5.1	4.4	8.8	12.7	4.4

En la fuente de los Laureles la mayor cantidad de agua durante el aforo fue en el mes de agosto, septiembre y diciembre obteniendo un máximo en el año agosto con 27.5 gln/min, los meses de menor aforo fueron mayo y junio con 25.4 gln/min cada uno. Para la fuente de Caracito el mayor aforo es en septiembre y enero destacándose septiembre con 48.1 gln/min. los meses de menor aforo fueron mayo y junio siendo menor de todos mayo con 21.1 gln/min. En el testigo 1 sus mayores aforos fueron septiembre, octubre y diciembre presentando el aforo más alto septiembre con 21.0 gln/min y los aforos más bajos fueron abril y mayo siendo el menor abril con 0.9 gln/min. Los meses que sobresalieron en el aforo de Verdún fue enero y septiembre con 11.7 gln/min cada uno y los de menor aforo fue mayo y junio 8.0 gln/min y 8.6 gln/min respectivamente. En la fuente Carlos F. Amador los mayores aforos fue en agosto y septiembre con 28.4 gln/min para ambos y los mínimos fueron en mayo con 11.9 gln/min y junio con 17.5 gln/min. En el testigo 2 los mayores aforos fue en el mes de septiembre y octubre con 12.7 gln/min y 11.9 gln/min respectivamente, siendo marzo y abril los menores.

Los promedios generales de aforo en los Laureles fue de 26.6 gln/min, Caracito 36.4 gln/min, Verdún 10.2 gln/min, Carlos F. Amador 21.4 gln/min para el testigo1 7.1 gln/min y testigo2 8.8 gln/min.

Las fuentes que presentaron mayor cantidad de agua durante la medición del aforo son Los Laureles 27.5, Caracito 48.1, El Verdún 11.7 y la Carlos F. Amador 28.4 galones por minuto y las fuentes que presentaron menor cantidad de agua fueron el testigo 1 con 21.0 y el testigo 2 con 12.7 galones por minutos.

VI. Resultados.

6.1. Aforos.

Tabla No. 1. Aforos promedios mensuales de todas las fuentes en galones por minutos

No.	Fuente	May/01	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene/02	Feb	Mar	Abr	Media	Máx	Mín
1	Los Laureles	25.4	25.4	26.6	27.5	27.1	27.0	26.6	27.1	27.0	26.8	26.4	26.0	26.6	27.5	25.4
2	Caracito	21.1	22.2	27.7	37.9	48.1	42.5	41.4	43.8	42.7	40.5	37.6	31.7	36.4	48.1	21.1
3	Testigo1	1.0	1.3	2.7	8.8	21.0	14.4	12.7	12.8	5.8	2.4	1.4	0.9	7.1	21.0	0.9
4	Verdún	8.0	8.6	9.7	10.8	11.7	10.7	9.9	11.0	11.7	10.4	10.2	9.7	10.2	11.7	8.0
5	Carlos F. Amador	11.9	17.5	21.3	28.4	28.4	23.6	21.9	23.2	22.2	21.7	18.8	17.6	21.4	28.4	11.9
6	Testigo2	7.5	7.5	9.9	11.1	12.7	11.9	9.8	11.2	8.4	6.8	5.1	4.4	8.8	12.7	4.4

En la fuente de los Laureles la mayor cantidad de agua durante el aforo fue en el mes de agosto, septiembre y diciembre obteniendo un máximo en el año agosto con 27.5 gln/min, los meses de menor aforo fueron mayo y junio con 25.4 gln/min cada uno. Para la fuente de Caracito el mayor aforo es en septiembre y enero destacándose septiembre con 48.1 gln/min. los meses de menor aforo fueron mayo y junio siendo menor de todos mayo con 21.1 gln/min. En el testigo 1 sus mayores aforos fueron septiembre, octubre y diciembre presentando el aforo más alto septiembre con 21.0 gln/min y los aforos más bajos fueron abril y mayo siendo el menor abril con 0.9 gln/min. Los meses que sobresalieron en el aforo de Verdún fue enero y septiembre con 11.7 gln/min cada uno y los de menor aforo fue mayo y junio 8.0 gln/min y 8.6 gln/min respectivamente. En la fuente Carlos F. Amador los mayores aforos fue en agosto y septiembre con 28.4 gln/min para ambos y los mínimos fueron en mayo con 11.9 gln/min y junio con 17.5 gln/min. En el testigo 2 los mayores aforos fue en el mes de septiembre y octubre con 12.7 gln/min y 11.9 gln/min respectivamente, siendo marzo y abril los menores.

Los promedios generales de aforo en los Laureles fue de 26.6 gln/min, Caracito 36.4 gln/min, Verdún 10.2 gln/min, Carlos F. Amador 21.4 gln/min para el testigo1 7.1 gln/min y testigo2 8.8 gln/min.

Las fuentes que presentaron mayor cantidad de agua durante la medición del aforo son Los Laureles 27.5, Caracito 48.1, El Verdún 11.7 y la Carlos F. Amador 28.4 galones por minuto y las fuentes que presentaron menor cantidad de agua fueron el testigo 1 con 21.0 y el testigo 2 con 12.7 galones por minutos.

6.2. Inventario forestal.

6.2.1. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP. (Vegetación mayor)

Tabla No. 2. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.

No.	Fuentes	NIM	Arb/ha	Arb/Par.	AB/ha	Vol/m ³ /ha	Área muestreo Ha	Área Total ha
1	Los Laureles	45	281.25	5.63	823.43	5,774.95	0.16	1.82
2	Caracito	86	614.29	12.29	1,017.54	11,328.18	0.14	1.50
3	Testigo 1	11	137.50	2.75	697.96	2,055.15	0.08	1.00
4	El Verdún	40	333.33	6.67	640.74	4,899.57	0.12	1.10
5	Carlos F. Amador	22	220.00	4.40	474.72	4,028.16	0.10	1.12
6	Testigo 2	5	62.50	1.25	88.04	349.57	0.08	1.00
TOTAL		209	1,648.87	32.99	3,742.43	28,435.58	0.68	7.54

Bosque: Latifoliado Área Total: 7.54 ha Área Muestreada: 0.68 ha

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Arb/ha: Árboles por hectárea

Arb/par: Árboles por parcela.

AB/ha: Área Basal por hectárea.

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

En el número de árboles muestreados en la zona norte se encontró para la fuente de Los Laureles 45, Caracito 86 presentando menor cantidad el testigo con 11 árboles, para la zona sur el Verdún 40, Carlos F. Amador 22 y con un menor dato el testigo con 5 árboles. En el número de árboles por hectárea para la zona norte el testigo presentó 137.50 arb/ha, siendo menor que las fuentes reforestadas, en la zona sur el testigo también fue menor con relación a las fuentes reforestadas con 62.50 arb/ha. En el número de árboles por parcela tanto para la zona norte como para la sur, los testigos son los que presentaron menor número de árboles 2.75 y 1.25 respectivamente.

6.2. Inventario forestal.

6.2.1. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP. (Vegetación mayor)

Tabla No. 2. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.

No.	Fuentes	NIM	Arb/ha	Arb/Par.	AB/ha	Vol/m³/ha	Área muestreo Ha	Área Total ha
1	Los Laureles	45	281.25	5.63	823.43	5,774.95	0.16	1.82
2	Caracito	86	614.29	12.29	1,017.54	11,328.18	0.14	1.50
3	Testigo 1	11	137.50	2.75	697.96	2,055.15	0.08	1.00
4	El Verdún	40	333.33	6.67	640.74	4,899.57	0.12	1.10
5	Carlos F. Amador	22	220.00	4.40	474.72	4,028.16	0.10	1.12
6	Testigo 2	5	62.50	1.25	88.04	349.57	0.08	1.00
TOTAL		209	1,648.87	32.99	3,742.43	28,435.58	0.68	7.54

Bosque: Latifoliado Área Total: 7.54 ha Área Muestreada: 0.68 ha

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Arb/ha: Árboles por hectárea

Arb/par: Árboles por parcela.

AB/ha: Área Basal por hectárea.

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

En el número de árboles muestreados en la zona norte se encontró para la fuente de Los Laureles 45, Caracito 86 presentando menor cantidad el testigo con 11 árboles, para la zona sur el Verdún 40, Carlos F. Amador 22 y con un menor dato el testigo con 5 árboles. En el número de árboles por hectárea para la zona norte el testigo presentó 137.50 arb/ha, siendo menor que las fuentes reforestadas, en la zona sur el testigo también fue menor con relación a las fuentes reforestadas con 62.50 arb/ha. En el número de árboles por parcela tanto para la zona norte como para la sur, los testigos son los que presentaron menor numero de árboles 2.75 y 1.25 respectivamente.

6.2.2. Especies encontradas en la vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP. (Vegetación mayor)

Tabla No. 3. Especies encontradas en la vegetación mayor de todas las fuentes.

No.	Nombre Común De la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM Especie	%	Familias	NIM Familia	%
1	Espavel	Anacardium excelsum	2	0.96	Anacardiaceae	4	1.91
2	Mango	Manguifera indica	2	0.96			
3	Coroso	Acrocomia mexicana	1	0.48	Arecaceae	1	0.48
4	Cortez	Tabebuia guayacan	5	2.39	Bignonaceae	5	2.39
5	Laurel	Cordia alliodora	26	12.44	Boraginaceae	27	12.92
6	Muñeco	Cordia sp	1	0.48			
7	Aguacate	Persea americana	1	0.48	Lauraceae	6	2.87
8	Aguacate montero	Nectandra globosa	5	2.39			
9	Acassia Amarilla	Cassia siamea	24	11.48	Leguminoseae	24	11.48
10	Acassia mangium	Cassia mangium	90	43.06	Mimosaceae	117	55.98
11	Chaperno	Albizia adinocephala	11	5.26			
12	Frijolillo	Leucaena Shannoni	2	0.96			
13	Guaba	Inga sp	12	5.74			
14	Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum	2	0.96	Moraceae	3	1.44
15	Guarumo	Cecropia peltata	3	1.44	Myrtaceae	3	1.44
16	Guayaba	Psidium guajaba	3	1.44	Papilionaceae	1	0.48
17	Sangregado	Pterocarpus offinalis	1	0.48	Rubiaceae	4	1.91
18	Yema de huevo	Chirimarphis latifolia	4	1.91	Rutaceae	6	2.87
19	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	6	2.87	Sterculiaceae	8	3.83
20	Guásimo	Guazuma ulmifolia	8	3.83			
TOTAL			209	100	13	209	100

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Del total de 13 familias encontradas en la vegetación mayor la que sobresale es la mimosaceae con 55.98%, seguido de la boraginaceae con 12.92%, de las familias que menos especies se encontraron fue moraceae y myrtaceae con 1.44% y luego arecaceae y papilionaceae con 0.48% cada una.

6.2.2. Especies encontradas en la vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP. (Vegetación mayor)

Tabla No. 3. Especies encontradas en la vegetación mayor de todas las fuentes.

No.	Nombre Común De la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM Especie	%	Familias	NIM Familia	%
1	Espavel	Anacardium excelsum	2	0.96	Anacardiaceae	4	1.91
2	Mango	Manguifera indica	2	0.96			
3	Coroso	Acrocomia mexicana	1	0.48	Arecaceae	1	0.48
4	Cortez	Tabebuia guayacan	5	2.39	Bignonaceae	5	2.39
5	Laurel	Cordia alliodora	26	12.44	Boraginaceae	27	12.92
6	Muñeco	Cordia sp	1	0.48			
7	Aguacate	Persea americana	1	0.48	Lauraceae	6	2.87
8	Aguacate montero	Nectandra globosa	5	2.39			
9	Acassia Amarilla	Cassia siamea	24	11.48	Leguminoseae	24	11.48
10	Acassia mangium	Cassia mangium	90	43.06			
11	Chaperno	Albizia adinocephala	11	5.26	Mimosaceae	117	55.98
12	Frijolillo	Leucaena Shannoni	2	0.96			
13	Guaba	Inga sp	12	5.74			
14	Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum	2	0.96	Moraceae	3	1.44
15	Guarumo	Cecropia peltata	3	1.44			
16	Guayaba	Psidium guajaba	3	1.44	Myrtaceae	3	1.44
17	Sangregado	Pterocarpus offinalis	1	0.48	Papilionaceae	1	0.48
18	Yema de huevo	Chirimarphis latifolia	4	1.91	Rubiaceae	4	1.91
19	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	6	2.87	Rutaceae	6	2.87
20	Guásimo	Guazuma ulmifolia	8	3.83	Sterculiaceae	8	3.83
	TOTAL		209	100	13	209	100

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Del total de 13 familias encontradas en la vegetación mayor la que sobresale es la mimosaceae con 55.98%, seguido de la boraginaceae con 12.92%, de las familias que menos especies se encontraron fue moraceae y myrtaceae con 1.44% y luego arecaceae y papilionaceae con 0.48% cada una.

6.2.3. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP (Vegetación menor)

Tabla No. 4. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP

No.	Fuentes	NIM	Arb/ha	Arb/Par.	Vol/m ³ /ha	Área muestreo ha	Área Total ha
1	Los Laureles	31	1,291.67	3.88	1,187.21	0.024	1.82
2	Caracito	35	1,666.67	7.00	2,541.50	0.021	1.50
3	Testigo 1	3	250.00	0.75	135.67	0.012	1.00
4	El Verdún	35	1,944.44	5.83	4,261.69	0.018	1.10
5	Carlos F. Amador	19	1,266.67	3.80	2,162.00	0.015	1.12
6	Testigo 2	2	166.67	0.50	40.45	0.012	1.00
TOTAL		125	6,586.12	21.76	10,328.52	0.102	7.54

Bosque: Latifoliado Área Total: 7.54 ha Área Muestreada: 0.102 ha

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Arb/ha: Árboles por hectárea

Arb/par: Árboles por parcela.

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

En el número de árboles muestreados en la zona norte se encontró para la fuente de Los Laureles 31, Caracito 35 presentando menor cantidad el testigo con 3 árboles, para la zona sur el Verdún 35, Carlos F. Amador 19 y con un menor dato el testigo con 2 árboles. En el número de árboles por hectárea para la zona norte el testigo presentó 250 arb/ha, siendo menor que las fuentes reforestadas, en la zona sur el testigo también fue menor con relación a las fuentes reforestadas con 166.67 arb/ha.

6.2.4. Especies encontradas en la vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP. (Vegetación menor)

Tabla No. 5. Especies encontradas en la vegetación menor de todas las fuentes.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM Especie	%	Familia	NIM Familia	%
1	Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	2	1.60	Anacardiaceae	2	1.60
2	Cortez	<i>Tabebuia guayacan</i>	1	0.80	Bignonaceae	14	11.20
3	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	13	10.40			
4	Varilla negra	<i>Cordia inermis</i>	1	0.80	Boraginaceae	1	0.80
5	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	4	3.20	Fabaceae	4	3.20
6	Aguacate montero	<i>Nectandra globosa</i>	3	2.40	Lauraceae	3	2.40
7	Acassia Amarilla	<i>Cassia siamea</i>	25	20.00	Leguminosae	25	20.00
8	Acassia mangium	<i>Cassia mangium</i>	41	32.80	Mimosaceae	45	36.00
9	Chaperno	<i>Albizia adinocephala</i>	3	2.40			
10	Guaba	<i>Inga sp</i>	1	0.80	Moraceae	3	2.40
11	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	3	2.40			
12	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	15	12.00	Myrtaceae	15	12.00
13	Jicarillo	<i>Psychotria chiapensis</i>	5	4.00	Rubiaceae	7	5.60
14	Llema de huevo	<i>Chirimaphis latifolia</i>	2	1.60			
15	Corroncha de lagarto	<i>Xanthoxylum sp</i>	3	2.40	Rutaceae	3	2.40
16	Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	2.40	Sterculiaceae	3	2.40
	TOTAL		125	100		125	100

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Del total de las 12 familias encontradas en la vegetación menor la que sobresale es la mimosáceas con 36% seguido de leguminosae con 20%. Las familias que menos porcentaje presentaron es anacardiaceae con 1.6% y boraginaceae con 0.8%.

6.2.4. Especies encontradas en la vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP. (Vegetación menor)

Tabla No. 5. Especies encontradas en la vegetación menor de todas las fuentes.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM Especie	%	Familia	NIM Familia	%
1	Espavel	Anacardium excelsum	2	1.60	Anacardiaceae	2	1.60
2	Cortez	Tabebuia guayacan	1	0.80	Bignonaceae	14	11.20
3	Laurel	Cordia alliodora	13	10.40			
4	Varilla negra	Cordia inermis	1	0.80	Boraginaceae	1	0.80
5	Madero negro	Gliricidia sepium	4	3.20	Fabaceae	4	3.20
6	Aguacate montero	Nectandra globosa	3	2.40	Lauraceae	3	2.40
7	Acassia Amarilla	Cassia siamea	25	20.00	Leguminosae	25	20.00
8	Acassia mangium	Cassia mangium	41	32.80	Mimosaceae	45	36.00
9	Chaperno	Albizia adinocephala	3	2.40			
10	Guaba	Inga sp	1	0.80	Moraceae	3	2.40
11	Guarumo	Cecropia peltata	3	2.40			
12	Guayaba	Psidium guajaba	15	12.00	Myrtaceae	15	12.00
13	Jicarillo	Psychotria chiapensis	5	4.00	Rubiaceae	7	5.60
14	Llema de huevo	Chirimarphis latifolia	2	1.60			
15	Corroncha de lagarto	Xanthoxylum sp	3	2.40	Rutaceae	3	2.40
16	Guásimo	Guazuma ulmifolia	3	2.40	Sterculiaceae	3	2.40
	TOTAL		125	100		125	100

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Del total de las 12 familias encontradas en la vegetación menor la que sobresale es la mimosáceas con 36% seguido de leguminosae con 20%. Las familias que menos porcentaje presentaron es anacardiaceae con 1.6% y boraginaceae con 0.8%.

6.3. Precipitaciones.

Tabla No. 6. Precipitaciones.

INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA CENTRO EXPERIMENTAL, NUEVA GUINEA GRANJA DEAN PADGETH	
DATOS METEOROLIGOS May01 - Abr 02	
MESES	PRECIPITACIONES (mm)
May/01	73.1
Jun	326.8
Jul	429.4
Ago	715.9
Sep	0.0
Oct	195.7
Nov	173.7
Dic	219.4
Ene/02	88.9
Feb	75.4
Mar	34.1
Abr	30.8
TOTAL	2,363.20
PROMEDIO	196.93
Minimas	0.00
Máximas	715.90

A partir del mes de junio ocurrió un aumento en las precipitaciones durante los posteriores 3 meses a mayo el mes que mayor precipitación obtuvo fue agosto con un máximo de 715.9 mm, en septiembre las precipitaciones fueron 0 y en los 3 meses siguientes aumentaron y los últimos 4 meses fueron disminuyendo paulatinamente. El promedio de las precipitaciones por mes fue de 196,83 mm,

6.4. Infiltración de agua.

Tabla No. 7. Infiltración de agua.

No.	Fuente	Cm/hora	mm/hora	Categoría
1	Laureles	7,69	76,92	Moderadamente rápida
2	Caracito	7,23	72,29	Moderadamente rápida
3	Testigo1	15,38	153,85	Rápida
4	Verdún	8,45	84,51	Moderadamente rápida
5	Carlos F. Amador	9,52	95,24	Moderadamente rápida
6	Testigo2	21,43	214,29	Rápida

Como se observa en la tabla las fuentes con mayor infiltración son los testigos con 153.85 mm/hora y 214.29 mm/hora, las fuentes reforestadas tuvieron menor infiltración que las testigos, clasificando su infiltración como moderadamente rápida.

6.5. Características físicas del suelo.

Tabla No. 8. Características físicas del suelo.

No.	Fuentes	Densidades		Retención de humedad		M.O. %	Tipo de Suelo
		Da	Dr	P(%)	H(%)		
1	Los Laureles	0.76	2.35	67.60	56.13	7.49	Franco Arcilloso
2	Caracito	0.83	2.44	65.90	40.89	9.50	Franco Arcilloso
3	Testigo1	0.99	2.35	57.83	49.93	6.94	Franco Arcilloso
4	Verdún	0.82	2.34	65.00	46.35	7.43	Franco Arcilloso
5	Carlos F. Amador	0.67	2.13	69.10	64.47	6.94	Franco Arcilloso
6	Testigo2	0.91	2.37	61.60	47.61	4.62	Franco Arcilloso

Leyenda

Da : Densidad aparente.
 Dr : Densidad real.
 P% : Porosidad en porcentaje.
 H% : Humedad en porcentaje.
 M.O% : Materia Orgánica en porcentaje.

La porosidad de las fuentes testigos es menor que las fuentes reforestadas, en la materia orgánica las fuentes testigos siguen siendo menor con los datos obtenidos en las fuentes reforestadas.

6.6. Correlación vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.

Tabla No. 9. Correlación vegetación mayor.

No.	Variables	Coefficiente de correlación	Nivel de probabilidad	Significancia
1	Arbol – aforo	0.83240	0.0398	Significativo
2	Arbol – infiltración	0.87963	0.0209	Significativo
3	Arbol – densidad aparente	-0.44073	0.3817	No significativo
4	Arbol – densidad real	0.27737	0.5946	No significativo
5	Arbol – porosidad	0.59757	0.2103	No significativo
6	Arbol – humedad	0.34263	0.5062	No significativo
7	Arbol – materia orgánica	0.88196	0.0201	Significativo

Parámetros de significancia

- * > 5% no significativo
- * <= 5% significativo
- * < 1% altamente significativo

Parámetros de Correlación

- 0 a 0.8 Positivo medio
- 0.8 a 1 Positivo alto
- 1 Positivo perfecto
- 0 a -0.8 Negativo medio
- 0.8 a -1 Negativo alto

El coeficiente de correlación entre la cantidad de árboles y el aforo es positivo alto, siendo significativo con un nivel de probabilidad de (0.0398), estadísticamente existe relación entre el número e árboles y el aforo.

6.7. Regresión vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.

Tabla No. 10. Regresión vegetación mayor.

No.	Variables	Interceptos	Coefficiente de regresión	Probabilidad
1	Arbol – aforo	7.9496	0.0429	0.0398
2	Arbol – infiltración	38.9493	0.0876	0.0145
3	Arbol – densidad aparente	0.8830	-0.0002	0.3817
4	Arbol – densidad real	2.2989	0.0001	0.5946
5	Arbol – porosidad	61.8457	0.0109	0.2103
6	Arbol – humedad	53.9492	-0.0125	0.5062
7	Arbol – materia orgánica	5.6737	0.0061	0.0201

Como lo muestra el cuadro existe una regresión lineal entre el número de árboles y el aforo, esta regresión es significativa con una probabilidad de 0.0398, esta regresión nos permite estructurar una ecuación del número de árboles por área necesaria para obtener ciertos niveles de aforo, esta ecuación sería: aforo = interceptos + coeficiente de regresión (número de árboles).

6.6. Correlación vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.

Tabla No. 9. Correlación vegetación mayor.

No.	Variables	Coefficiente de correlación	Nivel de probabilidad	Significancia
1	Arbol – aforo	0.83240	0.0398	Significativo
2	Arbol – infiltración	0.87963	0.0209	Significativo
3	Arbol – densidad aparente	-0.44073	0.3817	No significativo
4	Arbol – densidad real	0.27737	0.5946	No significativo
5	Arbol – porosidad	0.59757	0.2103	No significativo
6	Arbol – humedad	0.34263	0.5062	No significativo
7	Arbol – materia orgánica	0.88196	0.0201	Significativo

Parámetros de significancia

- * > 5% no significativo
- * <= 5% significativo
- * < 1% altamente significativo

Parámetros de Correlación

- 0 a 0.8 Positivo medio
- 0.8 a 1 Positivo alto
- 1 Positivo perfecto
- 0 a -0.8 Negativo medio
- 0.8 a -1 Negativo alto

El coeficiente de correlación entre la cantidad de árboles y el aforo es positivo alto, siendo significativo con un nivel de probabilidad de (0.0398), estadísticamente existe relación entre el número e árboles y el aforo.

6.7. Regresión vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP.

Tabla No. 10. Regresión vegetación mayor.

No.	Variables	Interceptos	Coefficiente de regresión	Probabilidad
1	Arbol – aforo	7.9496	0.0429	0.0398
2	Arbol – infiltración	38.9493	0.0876	0.0145
3	Arbol – densidad aparente	0.8830	-0.0002	0.3817
4	Arbol – densidad real	2.2989	0.0001	0.5946
5	Arbol – porosidad	61.8457	0.0109	0.2103
6	Arbol – humedad	53.9492	-0.0125	0.5062
7	Arbol – materia orgánica	5.6737	0.0061	0.0201

Como lo muestra el cuadro existe una regresión lineal entre el número de árboles y el aforo, esta regresión es significativa con una probabilidad de 0.0398, esta regresión nos permite estructurar una ecuación del número de árboles por área necesaria para obtener ciertos niveles de aforo, esta ecuación sería: aforo = interceptos + coeficiente de regresión (número de árboles).

6.8. Correlación vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.

Tabla No. 11. Correlación vegetación menor.

No.	Variables	Coeficiente de correlación	Nivel de probabilidad	Significancia
1	Arbol – aforo	0.57782	0.2297	No significativo
2	Arbol – infiltración	0.95870	0.0025	Altamente significativo
3	Arbol – densidad aparente	0.66846	0.1467	No significativo
4	Arbol – densidad real	0.05641	0.9155	No significativo
5	Arbol – porosidad	0.75687	0.0815	No significativo
6	Arbol – humedad	0.04554	0.9317	No significativo
7	Arbol – materia orgánica	0.70729	0.1160	No significativo

Parámetros de significancia

- * > 5% no significativo
- * <= 5% significativo
- * < 1% altamente significativo

Parámetros de Correlación

- 0 a 0.8 Positivo medio
- 0.8 a 1 Positivo alto
- 1 Positivo perfecto
- 0 a -0.8 Negativo medio
- 0.8 a -1 Negativo alto

La correlación entre la cantidad de árboles e infiltración es positivo alto (0.95870), lo que significa que la correlación existe entre el número de árboles e infiltración, para la correlación árbol – aforo no hay correlación ni en las demás variables.

6.9. Regresión vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP.

Tabla No. 12. Regresión vegetación menor.

No.	Variables	Interceptos	Coeficiente de regresión	Probabilidad
1	Arbol – aforo	8.5494	-0.2288	0.0164
2	Arbol – infiltración	0.3364	-0.0006	0.6365
3	Arbol – densidad aparente	0.9223	-0.0001	0.1467
4	Arbol – densidad real	2.3373	-0.001	0.9155
5	Arbol – porosidad	60.6344	0.0038	0.0815
6	Arbol – humedad	51.3628	-0.0005	0.9317
7	Arbol – materia orgánica	5.7898	0.0013	0.1160

Existe una regresión lineal entre el número de árboles por área y el aforo, o sea hay influencia del número de árboles sobre el aforo, la regresión es altamente significativa con una probabilidad de 0.0164.

VII. Análisis y Discusión.

7.1. Efecto de la reforestación en los caudales de las fuentes de agua.

La reforestación en el comportamiento de los aforos de los caudales de las fuentes de agua presentan a nivel general relaciones de correlación positiva alta con probabilidades de 0.0398 siendo significativa es decir menor que 0.05.

Para predecir el comportamiento de los aforos se determinó la ecuación de regresión lineal siendo significativa (0.0398), es decir que existe una estreches entre los niveles de aforo cuando existe un determinado comportamiento en el número de árboles. (Ver tabla 9 y 10)

En los caudales de la fuente de agua de la zona norte se obtuvieron los mayores resultados en los niveles de aforo con un valor promedio de 31.5 galones por minuto, obteniendo la fuente testigo 7.1 galones por minuto, estos valores de las áreas reforestadas obtuvieron un incremento de 443.66% sobre el área no reforestada.

La infiltración obtuvo un dato de 0.87963 existiendo una correlación positiva alta con un nivel de probabilidad de 0.0209 (2.09%), siendo significativa. es decir existe una buena relación del número de árboles con la infiltración del agua, en cuanto al grado de estrechez (regresión lineal), es significativa con probabilidades de 0.0145 es decir que existe afectación en los valores de infiltración de acuerdo al comportamiento del número de árboles. (Ver tabla 9 y 10)

Los niveles de infiltración de las fuentes de agua reforestadas de la zona norte (Ver tabla 7) presenta un promedio de 74.61 milímetros por hora siendo este valor inferior a la fuente testigo, este comportamiento mayor del área no reforestada se deben en primer lugar a una disminución de la precipitación durante el periodo de tiempo en que se recopiló la información de infiltración. Es importante mencionar que la poca cantidad de lluvia que se depositó en la superficie del suelo se infiltró rápidamente por el estado de sequedad del suelo el 49.93% de humedad, (ver cuadro 8) provocando grieta en la superficie y perfil del suelo, lo que ocasionó una alta permeabilidad (mayor infiltración), pero no produciendo retención de agua, según García y Vásquez, 1995 afirma que la eliminación de la vegetación dificulta la absorción o retención del agua en el suelo en cambio en las áreas reforestadas la infiltración es menor esto se debe a que existe un terreno con un excelente contenido de materia orgánica alto con un promedio de 8.50%, densidad aparente 0.80% característico de suelos con bastante materia orgánica con densidad real, 2.40% lo que representa un valor normal y porosidad de 66.75%, todo esto permite que la infiltración sea más lenta, pero ocurre una mayor retención de agua el mismo García M. y Vásquez indica que el bosque actúa similar a una enorme esponja que absorbe el agua (retención) y luego la libera paulatinamente.

Esta mayor retención de agua o comportamiento se debe a la presencia de mayores números de árboles por hectárea en las áreas de las fuentes reforestadas (Los Laureles 281.25 y Caracito 614.29 árboles por hectárea) que en el área testigo (137.50), esto nos indica deducir que ciertamente la reforestación tiene su impacto positivo en la producción de agua tal impacto es cuantitativo porque puede retener entre 5 a 6 veces más agua que el suelo de un pasto y de 10 a 15 veces más que un suelo dedicado a la actividad agrícola (García M. y Vásquez 1995.)

Para la zona sur los caudales de las fuentes de abastecimiento de agua presentaron mayores valores de aforo en las áreas reforestadas con 15.8 galones por minuto como promedio. produciendo la fuente testigo 8.8 galones por minuto los datos de las áreas reforestadas obtuvieron un aumento de 179.55% en comparación con el testigo.

El grado de infiltración de las fuentes de agua de la zona sur (ver tabla 7) presentan un promedio de 89.88 milímetros por hora, siendo menor este dato en comparación con la fuente testigo con un valor 214.29 milímetros por hora. Los resultados de aforos y valores de infiltración presentan un comportamiento similar el que fue discutido y analizado las fuentes de la zona norte.

7.2. Relación fuentes testigos con fuentes reforestadas.

Según nuestra hipótesis afirma que a mayor área reforestada ocurre un mayor aforo en las fuentes de abastecimiento de agua, esto nos permite establecer la relación con las áreas testigos.

En Caracito se obtuvo un número de árboles por hectárea de 614 provocando un aforo de 36.40 galones por minuto, la fuente de los Laureles presenta un comportamiento menor en el número de árboles y aforo apegado a la descripción física de estas variables planteadas en nuestra hipótesis para el caso de Verdún presenta un número de 333 árboles por hectárea, siendo el aforo de 10.20 galones por minuto como promedio, este valor se ubica en un segundo lugar (zona sur), porque la fuente Carlos Fonseca obtuvo un mayor aforo con 21.4 galones por minuto, el valor del aforo de la fuente La Carlos Fonseca se obtuvo porque en esta zona las lluvias de baja intensidad eran más frecuente lo que contribuyó a la obtención de mayores aforos aún cuando en otras fuentes el número de árboles es menor con 220 árboles por hectárea.

Es claro que tanto en la zona sur como en la norte las fuentes reforestadas presentaron diferencias sustanciales en los niveles de aforo por la influencia de la vegetación.

7.3. Capacidad de infiltración de las fuentes de agua estudiadas.

La capacidad de infiltración de las fuentes de agua reforestadas de manera general posee una clasificación moderadamente rápida de 63.5 a 127 milímetros por hora. En las fuentes testigo 1 y 2 la infiltración obtuvo una categoría definida como rápida dentro del rango de 127 a 254 milímetros por hora. (Ver tabla 7) Según los resultados de infiltración a mayor número de árboles disminuye el espacio vertical en milímetros por hora en que el agua se introduce hacia abajo, es decir la velocidad de infiltración es más baja.

De manera general según información obtenida por Internet sugiere que la velocidad de infiltración es más baja en suelos húmedos y además la menor velocidad de infiltración ocurre en suelos superficiales similares a los que presentan las áreas reforestadas en este estudio.

En las fuentes testigos la velocidad de infiltración es mayor, esto se debe a que los suelos cálidos desprovistos de vegetación absorben más agua que los fríos, otro aspecto importante es que en los suelos arcillosos el agrietamiento producido por el secado del sol aumenta la infiltración que para el caso de nuestro estudio se dio en las etapas iniciales a los 153.85 milímetros por hora testigo 1 y 214.29 milímetros por hora testigo 2. (Ver tabla 7)

7.4. La reforestación en las características físicas del suelo.

La incidencia de la reforestación para las características físicas del suelo se da en las áreas reforestadas, se manifiestan por el alto contenido de materia orgánica. (ver tabla 8) En cuanto la densidad aparente los valores son menores a la unidad (menor que uno) por tanto se define que es propia en suelos orgánicos.

VIII. Conclusiones y Recomendaciones.

8.1. Conclusiones.

- El promedio general de aforo de las fuentes reforestadas fue más alto que los testigos obteniendo para las fuentes de la zona norte los Laureles 26.6 gln/min, Caracito 36.4 gln/min, y el testigo 7.1 gln/min, En las fuentes de la zona sur para el Verdún 10.2 y la Carlos F. Amador 21.4 gln. min. y el testigo 8.8 gln/min.
- Las fuentes reforestadas de la zona norte superaron el comportamiento del caudal al testigo en 443.66% y en la zona sur 179.54%.
- La superficie de las fuentes que presentaron mayor infiltración son los testigos con 153.85 mm/hora y 214.29 mm/hora clasificándola como rápida, las fuentes reforestadas tuvieron menor velocidad de infiltración que las testigos, clasificada como moderadamente rápida.
- La porosidad y materia orgánica de las fuentes testigos es menor que la de las fuentes reforestadas.

8.2. Recomendaciones.

- ✓ En estas áreas de bosques que protegen las fuentes de agua potable de las diferentes comunidades, se deben realizar actividades silviculturales, con el propósito de liberar de la presencia de lianas en la población adulta y de regeneración natural, con el propósito que obtengan un mayor desarrollo. Estas actividades se deben realizarse por lo menos una vez al año mínimo.
- ✓ En las áreas de recargo plantar especies tales como guayabón, guayabo de charco, terminalia, almendro, castaño, bambú.
- ✓ Incrementar el área de protección de cada fuente un 80% del área existente, así como la reforestación de las fuentes que no lo están, porque está visto el efecto positivo que esta actividad ejerce en la producción de agua en las fuentes.

IX. Lista de Referencias.

1. Alcaldía Nueva Guinea, SNV, UNI, 1999. Plan Maestro de Desarrollo del Casco Urbano de Nueva Guinea, Proyecto de Fortalecimiento Institucional (PROFI), Pág. 61.
2. García M., Susana y Vásquez, Alicia, 1995. Árboles y bosques en la conservación de suelos y agua. 3ra. Edición. Publicaciones de intecfor Herramientas Metodológicas No.4 Santa Cruz, Esteli, Nicaragua. 1995. Pág. 120.
3. [Http://pastizales.uat.edu.mx/cap2bis111.htm](http://pastizales.uat.edu.mx/cap2bis111.htm).
4. Larousse, 1998. Pequeño Larousse Ilustrado, Agrupación Editorial S. A., Santa Fe de Bogota, Colombia. Pág. 1792.
5. Morales, J. 1999. *Texto Básico de la Asignatura Cuencas Hidrográficas. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense RAAN, RAAS, Nicaragua, Pág. 381.*
6. Morales, J. 1999. *Texto Básico de la Asignatura de Conservación de Suelos y Agua Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense RAAN, RAAS, Nicaragua, Pág. 261.*
7. Norbert, N.1985. Introducción en Inventarios Forestales Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica. Managua Nicaragua.
8. Océano, 1999. Gran Diccionario Enciclopédico Visual. Grupo Editorial S.A. Tomo I, Barcelona España, Pág., 328.
9. Rivera Urbina, E. 1999. *Montaña Adentro, Nueva Guinea RAAS, Nicaragua, Pág. 295.*
10. Rodríguez, J. 1998. *Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, Primera Edición, San José Costa Rica, Pág. 179.*
11. T. Elliot Weier C. Ralph Stocking Michael G. Barbour, 1991. Botánica 5ta. Edición. Universidad California Limusa Editorial S.A. Pág. 740.
12. X. Hull, William 1995 Manual de Conservación de Suelos y Agua, Servicio de Conservación de suelos, departamento de agricultura de los estados Unidos de América. LIMUSA S.A. México D.F. Pág. 331.

X. Anexos.

- Anexo No. 1. Formulario de Medición de aforos.
- Anexo No. 2. Formulario de Inventario Forestal.
- Anexo No. 3. Formulario de Datos meteorológicos.
- Anexo No. 4. Formulario de Infiltración de agua.
- Anexo No. 5. Formulario de Propiedades físicas del suelo.
- Anexo No. 6. Aforo Los Laureles.
- Anexo No. 7. Aforo Caracito.
- Anexo No. 8. Aforo Testigo 1.
- Anexo No. 9. Aforo El Verdún.
- Anexo No. 10. Aforo La Carlos Fonseca Amador.
- Anexo No. 11. Aforo Testigo 2.
- Anexo No. 12. Inventario Forestal vegetación mayor.
 - 12.1 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Los Laureles.
 - 12.2 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Caracito.
 - 12.3 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Testigo 1.
 - 12.4 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP El Verdún.
 - 12.5 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP La Carlos F. Amador.
 - 12.6 Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Testigo 2.
 - 12.7 Uso de las especies Los Laureles.
 - 12.8 Uso de las especies Caracito.
 - 12.9 Uso de las especies Testigo 1.
 - 12.10 Uso de las especies El Verdún.
 - 12.11 Uso de las especies La Carlos F. Amador.
 - 12.12 Uso de las especies Testigo 2.
- Anexo No. 13. Inventario Forestal vegetación menor.
 - 13.1 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Los Laureles.
 - 13.2 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Caracito.
 - 13.3 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Testigo 1.
 - 13.4 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP El Verdún.
 - 13.5 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP La Carlos F. Amador.
 - 13.6 Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Testigo 2.
- Anexo No. 14. Gráficos.
- Anexo No. 15. Fotos.
- Anexo No. 16. Plano Los Laureles.
- Anexo No. 17. Plano Caracito.
- Anexo No. 18. Plano Testigo 1.
- Anexo No. 19. Plano El Verdún.
- Anexo No. 20. Plano Carlos F. Amador.
- Anexo No. 21. Plano Testigo 2.
- Anexo No. 22. Mapa de estudio.

Anexo No. 1. Formulario de Medición de aforos.

[illegible]

Simbología

GIn/Min perdida : Cantidad de agua en galones por minuto fuera de la captación.

Gln/Min captada : Cantidad de agua en galones por minuto dentro de la captación.

Total Gln/Min : Sumatoria de Gln/Min perdida más Gln/Min captada.

Promedio quincenal: Sumatoria del total Gln/Min del mes entre dos.

Promedio mensual : Sumatoria del total Gln/Min de todo los meses entre doce.

Anexo No. 2. Formulario de Inventario Forestal.

Mediciones de parcelas

Vegetación arbórea de 10 cm. a más

Anotador : _____

Parcela No. : _____

Fecha de medición : _____

Área de parcela : _____

Acimut : _____

[illegible]

5. CLAVE DE LA CALIDAD DE FUSTES: 1. Actualmente maderable: La mejor troza en el fuste es de un tamaño adecuado para la comercialización inmediata. Sana, recta por lo menos de 4 m. de largo y un diámetro en la punta no menor de 40 cm. 2. Potencialmente maderable: la mejor troza en el fuste no es de un tamaño adecuado para la comercialización. El fuste contiene solo una sesión sana y recta de: por lo menos 4 m. de largo. Son trozas de buena calidad, pero todavía más pequeñas. 3. Deformada: la mejor troza no contiene 4 m. de largo de forma recta. Incluye aquellos que son cortos, torcidos con raíces tablares o con nudos grandes. 4. Daño: El daño físico en el fuste no deja ninguna posibilidad para la conversión industrial de una troza. 5. Podrida: A causa de pudrición el fuste no contiene una porción sana y recta. **6. ESTADO FITOSANITARIO:** 1. Sano, 2. Enfermo, 3. Muerto. **7. PRESENCIA DE LIANAS:** L1 = Lianas delgadas en el fuste, sin mayores consecuencias para el árbol. L2 = Lianas presentes en la copa del árbol, sin mayores consecuencias para este. L3 = Lianas presentes en fuste y copa, evidencian un fuerte desarrollo de lianas gruesas (u/o abundantes), que afectan significativamente el árbol.

Vegetación de 2.5- 9.9 cm.

Área de parcela : _____
Acimut : _____

[illegible]

- 5 = 1: Vigoroso : Copa completa, con o sin follaje, buena vitalidad.
2: Vitalidad media : Copa irregular, follaje viejo, no compromete su crecimiento futuro.
- 3: Baja vitalidad : Síntomas de baja vitalidad, con tendencia a morir.
- 6 = 1: Fuego.
2: Pudrición.
3: Comején.
4: Insectos.
- 7 = L1: Lianas delgadas en fuste, sin mayores consecuencias para el árbol.
L2: Lianas presentes en la copa del árbol, sin mayores consecuencias para este.
L3: Lianas presentes en el fuste y copa, evidencian un fuerte desarrollo de lianas gruesas (u/o abundantes), que afectan significativamente el árbol.

Características Ecológicas

Anotador : _____ Área de parcela : _____
 Parcela No. : _____ Acimut : _____
 Fecha de medición : _____

1 Pedregosidad	2 Textura del suelo Ac, Ar, L, Fr, Ac-Ar Fr-Ac, Fr-Ar	3 Pendiente Longitudinal Pendiente (-) Pendiente (+)	4 Relieve P, O, PO, L	8 Observaciones

- 1 = 1p: Sin piedras, 2p: Moderablemente pedregoso,
 3p: Pedregoso, 4p: Muy pedregoso.
- 2 = Ac: Arcilloso, Ar: Arenoso, L: Limoso, Fr: Tres tipos de suelo en iguales
 proporciones, Ac – Ar: Arcilloso – Arenoso, Fr – Ac: Franco – Arcilloso, Fr
 – Ar: Arenoso.
- 3 = P(-) pendiente hacia abajo, P(+) pendiente hacia arriba.
- 4 = P: Plano, O: Ondulado, Po: Poco ondulado, L: Ladera.

Anexo No. 3. Formulario de Datos meteorológicos.

[illegible]

Anexo No. 4. Formulario de Infiltración de agua.

Infiltración de agua

Realizado por : _____ Número de muestra: _____ de 3
 Lugar : _____ Hora : _____
 Fecha de medición : _____

Profundidad	Infiltración mm/h	Velocidad de infiltración	Observaciones
0.0 m. - 0.1 m.			
0.1 m. - 0.2 m.			
0.2 m. - 0.3 m.			
Total infiltración			
Promedio infiltración			
Categorías de Infiltración			
MuL	1. 27mm/h		
L	1.27- 5.08mm/h		
MoL	5.08- 20.32mm/h		
Mo	20.32- 63.05mm/h		
MoR	63.05- 127mm/h		
R	127- 254mm/h		

Leyenda

Mm/h : milímetros por hectárea.
 MuL : Muy lenta.
 L : Lenta
 MoL : Moderadamente lenta.
 Mo : Moderada
 MoR : Moderadamente rápida.
 R : Rápida.

Anexo No. 5. Formulario de Propiedades físicas del suelo.

Leyenda

M. O : Materia Orgánica.
Da : Densidad Aparente.
Dr : Densidad real.
% : Porcentaje.
P : Porosidad
H : Humedad.

Anexo No. 6. Aforos Los Laureles.

No.	Fecha	Gln/min. Captada	Gln/min. Perdida	Total Gln/min.	Promedio Mensual
01	06-may-01	9,55	15,00	24,550	25,400
02	20-may-01	8,75	17,50	26,250	
03	03-jun-01	9,55	17,50	27,050	25,400
04	17-jun-01	8,75	15,00	23,750	
05	01-jul-01	8,75	17,50	26,250	26,583
06	15-jul-01	10,50	17,50	28,000	
07	29-jul-01	10,50	15,00	25,500	
08	12-ago-01	10,50	17,50	28,000	27,525
09	26-ago-01	9,55	17,50	27,050	
10	09-sep-01	10,50	17,50	28,000	27,125
11	23-sep-01	8,75	17,50	26,250	
12	07-oct-01	10,00	17,00	27,000	26,975
13	21-oct-01	9,95	17,00	26,950	
14	04-nov-01	9,90	16,95	26,850	26,575
15	18-nov-01	9,80	16,50	26,300	
16	02-dic-01	10,01	16,42	26,430	27,063
17	16-dic-01	10,32	16,86	27,180	
18	30-dic-01	10,56	17,02	27,580	
19	13-ene-02	10,40	17,40	27,800	26,950
20	27-ene-02	8,70	17,40	26,100	
21	10-feb-02	10,00	17,00	27,000	26,800
22	24-feb-02	9,80	16,80	26,600	
23	10-mar-02	10,00	16,40	26,400	26,350
24	24-mar-02	9,90	16,40	26,300	
25	07-abr-02	9,80	16,50	26,300	26,000
26	21-abr-02	9,50	16,20	25,700	
Total		254,29	436,85	691,140	318,747
Promedio		9,78	16,80	26,582	26,562
Mínimas		8,70	15,00	23,750	25,400
Máximas		10,56	17,50	28,000	27,525

Anexo No. 7. Aforo Caracito.

No.	Fecha	Gln/min. Captada	Gln/min. Perdida	Total Gln/min.	Promedio Mensual
01	06-may-01	9,55	10,50	20,050	21,110
02	20-may-01	10,50	11,67	22,170	
03	03-jun-01	11,67	10,50	22,170	22,170
04	17-jun-01	11,67	10,50	22,170	
05	01-jul-01	10,50	11,67	22,170	27,657
06	15-jul-01	11,67	15,00	26,670	
07	29-jul-01	13,13	21,00	34,130	37,920
08	12-ago-01	11,67	26,25	37,920	
09	26-ago-01	11,67	26,25	37,920	48,130
10	09-sep-01	13,13	35,00	48,130	
11	23-sep-01	13,13	35,00	48,130	42,500
12	07-oct-01	13,00	30,00	43,000	
13	21-oct-01	12,50	29,50	42,000	41,400
14	04-nov-01	12,00	30,00	42,000	
15	18-nov-01	12,80	28,00	40,800	43,833
16	02-dic-01	12,00	29,50	41,500	
17	16-dic-01	13,00	30,80	43,800	42,675
18	30-dic-01	13,80	32,40	46,200	
19	13-ene-02	13,85	30,00	43,850	40,450
20	27-ene-02	12,00	29,50	41,500	
21	10-feb-02	11,90	29,00	40,900	37,600
22	24-feb-02	11,40	28,60	40,000	
23	10-mar-02	11,20	27,00	38,200	31,680
24	24-mar-02	11,00	26,00	37,000	
25	07-abr-02	10,80	26,00	36,800	48,130
26	21-abr-02	1,56	25,00	26,560	
Total		301,10	644,64	945,740	437,125
Promedio		11,58	24,79	36,375	36,427
Mínimas		1,56	10,50	20,050	21,110
Máximas		13,85	35,00	48,130	48,130

Anexo No. 8. Aforo Testigo 1.

No.	Fecha	Total Gln/min.	Promedio Mensual
01	06-may-01	1,00	1,045
02	20-may-01	1,09	
03	03-jun-01	1,15	1,325
04	17-jun-01	1,50	
05	01-jul-01	2,02	2,720
06	15-jul-01	2,39	
07	29-jul-01	3,75	8,750
08	12-ago-01	5,83	
09	26-ago-01	11,67	21,000
10	09-sep-01	21,00	
11	23-sep-01	21,00	14,400
12	07-oct-01	15,00	
13	21-oct-01	13,80	12,650
14	04-nov-01	12,80	
15	18-nov-01	12,50	12,760
16	02-dic-01	13,50	
17	16-dic-01	14,22	5,750
18	30-dic-01	10,56	
19	13-ene-02	6,00	2,350
20	27-ene-02	5,50	
21	10-feb-02	2,50	1,400
22	24-feb-02	2,20	
23	10-mar-02	1,50	0,875
24	24-mar-02	1,30	
25	07-abr-02	0,95	0,875
26	21-abr-02	0,80	
Total		185,53	85,025
Promedio		7,14	7,085
Mínimas		0,80	0,875
Máximas		21,00	21,000

Anexo No. 9. Aforo El Verdún.

No.	Fecha	Gln/min. Captada	Gln/min. Perdida	Total Gln/min.	Promedio Mensual
01	06-may-01	7,50	0,75	8,250	8,030
02	20-may-01	7,00	0,81	7,810	
03	03-jun-01	7,50	1,07	8,570	8,645
04	17-jun-01	7,50	1,22	8,720	
05	01-jul-01	8,08	1,31	9,390	9,707
06	15-jul-01	8,75	1,36	10,110	
07	29-jul-01	8,08	1,54	9,620	10,755
08	12-ago-01	8,75	1,64	10,390	
09	26-ago-01	9,55	1,57	11,120	11,680
10	09-sep-01	9,55	1,69	11,240	
11	23-sep-01	10,50	1,62	12,120	10,650
12	07-oct-01	8,80	1,90	10,700	
13	21-oct-01	8,75	1,85	10,600	9,890
14	04-nov-01	8,00	1,50	9,500	
15	18-nov-01	8,45	1,83	10,280	11,010
16	02-dic-01	9,00	1,70	10,700	
17	16-dic-01	9,31	1,65	10,960	11,675
18	30-dic-01	9,50	1,87	11,370	
19	13-ene-02	10,00	1,80	11,800	10,425
20	27-ene-02	9,80	1,75	11,550	
21	10-feb-02	8,40	1,75	10,150	10,240
22	24-feb-02	9,00	1,70	10,700	
23	10-mar-02	8,80	1,68	10,480	9,740
24	24-mar-02	8,50	1,50	10,000	
25	07-abr-02	8,50	1,50	10,000	122,447
26	21-abr-02	8,00	1,48	9,480	
Total		225,57	40,04	265,610	
Promedio		8,68	1,54	10,216	10,204
Mínimas		7,00	0,75	7,810	8,030
Máximas		10,50	1,90	12,120	11,680

Anexo No. 10. Aforo La Carlos Fonseca Amador.

No.	Fecha	Gln/min. Captada	Gln/min. Perdida	Total Gln/min.	Promedio Mensual
01	06-may-01	4,57	5,83	10,400	11,865
02	20-may-01	5,25	8,08	13,330	
03	03-jun-01	6,18	10,50	16,680	17,455
04	17-jun-01	6,56	11,67	18,230	
05	01-jul-01	6,56	11,67	18,230	21,313
06	15-jul-01	7,00	13,13	20,130	
07	29-jul-01	8,08	17,50	25,580	28,400
08	12-ago-01	8,75	21,00	29,750	
09	26-ago-01	9,55	17,50	27,050	28,400
10	09-sep-01	9,55	21,00	30,550	
11	23-sep-01	8,75	17,50	26,250	23,575
12	07-oct-01	9,40	14,10	23,500	
13	21-oct-01	9,50	14,15	23,650	21,900
14	04-nov-01	9,20	13,00	22,200	
15	18-nov-01	8,90	12,70	21,600	23,207
16	02-dic-01	9,00	13,50	22,500	
17	16-dic-01	9,30	14,20	23,500	22,150
18	30-dic-01	9,02	14,60	23,620	
19	13-ene-02	9,00	13,40	22,400	21,650
20	27-ene-02	8,90	13,00	21,900	
21	10-feb-02	9,00	12,80	21,800	18,750
22	24-feb-02	8,50	13,00	21,500	
23	10-mar-02	7,50	12,00	19,500	17,600
24	24-mar-02	7,00	11,00	18,000	
25	07-abr-02	7,00	10,80	17,800	17,600
26	21-abr-02	6,90	10,50	17,400	
Total		208,92	348,13	557,050	256,265
Promedio		8,04	13,39	21,425	21,355
Mínimas		4,57	5,83	10,400	11,865
Máximas		9,55	21,00	30,550	28,400

Anexo No. 11. Aforo Testigo 2.

No.	Fecha	Total Gln/min.	Promedio Mensual
01	06-may-01	7,00	7,540
02	20-may-01	8,08	
03	03-jun-01	7,50	7,500
04	17-jun-01	7,50	
05	01-jul-01	9,55	9,867
06	15-jul-01	10,50	
07	29-jul-01	9,55	
08	12-ago-01	10,50	11,085
09	26-ago-01	11,67	
10	09-sep-01	12,84	12,670
11	23-sep-01	12,50	
12	07-oct-01	12,00	11,900
13	21-oct-01	11,80	
14	04-nov-01	10,00	9,750
15	18-nov-01	9,50	
16	02-dic-01	12,20	11,233
17	16-dic-01	11,00	
18	30-dic-01	10,50	
19	13-ene-02	8,50	8,350
20	27-ene-02	8,20	
21	10-feb-02	7,00	6,750
22	24-feb-02	6,50	
23	10-mar-02	5,20	5,100
24	24-mar-02	5,00	
25	07-abr-02	4,50	4,350
26	21-abr-02	4,20	
Total		233,29	106,095
Promedio		8,97	8,841
Mínimas		4,20	4,350
Máximas		12,84	12,670

Anexo No. 12. Inventario Forestal vegetación mayor.

12.1. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Los Laureles.
VEGETACIÓN ARBÓREA DE 10 CM. A MÁS DE DAP

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI	Vol.	
				Arb/ha	%	Arb/Par.	%	AB/ha.	%		M ³ /ha	%
1	Acacia Amarilla	Cassia siamea	9	56.25	20.00	1.13	20.00	53.89	6.54	15.51	223.71	3.87
2	Acassia mangium	Cassia mangium	21	131.3	46.67	2.63	46.67	519.48	63.09	52.14	3,623.49	62.74
3	Aguacate montero	Nectandra globosa	2	12.5	4.44	0.25	4.44	21.19	2.57	3.82	162.14	2.81
4	Frijolillo	Leucaena Shannoni	2	12.5	4.44	0.25	4.44	23.92	2.90	3.93	251.12	4.35
5	Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum	2	12.5	4.44	0.25	4.44	57.72	7.01	5.30	565.67	9.80
6	Guayaba	Psidium guajaba	3	18.75	6.67	0.38	6.67	21.88	2.66	5.33	94.92	1.64
7	Laurel	Cordia alliodora	2	12.5	4.44	0.25	4.44	22.40	2.72	3.87	104.39	1.81
8	Mango	Mangifera indica	2	12.5	4.44	0.25	4.44	25.55	3.10	3.99	71.55	1.24
9	Muñeco	Cordia sp	1	6.25	2.22	0.13	2.22	18.32	2.23	2.23	57.72	1.00
10	Sangregado	Pterocarpus offinalis	1	6.25	2.22	0.13	2.22	59.07	7.17	3.88	620.25	10.74
TOTAL				281.25	100.00	5.63	100.00	823.43	100.00	100.00	5,774.95	100.00

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.82 ha. Área Muestreada: 0.16 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

ABUNDANCIA: Se refiere a los valores de abundancia de las especies de árboles por hectárea.

FRECUENCIA: Se refiere a los valores con que se repiten las especies forestales y su obtención es a través de los valores de parcelas.

DOMINANCIA: Es el valor en términos del área basal y se refiere a la dominancia de la superficie.

Arb/ha: Árboles por hectárea.

Arb/par: Árboles por parcela.

AB/ha: Área Basal por hectárea.

IVI: Índice de Valor de Importancia.

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

El total de especies encontradas fue de 10 para la fuente de Los Laureles con un total de 45 individuos muestreados, el que más sobresale es el acassia mangium (Cassia mangium), con un 46.67%, seguido de acassia amarilla (Cassia siamea) con 20%, estos porcentajes son iguales en abundancia y frecuencia. La especie de mayor dominancia es la acassia mangium (Cassia mangium), con 63.09% seguido de sangregado (pterocarpus offinalis) con 7.17%. En el índice de valor de importancia tenemos la acassia mangium (Cassia mangium) con 52.14%, seguido de la acassia amarilla (Cassia siamea), con 15.51%.

12.2. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Caracito.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI	Vol.	
				Arb/ha	%	Arb/Par.	%	AB/ha.	%		M³/ha	%
1	Acassia Amarilla	Cassia siamea	6	42.86	6.98	0.86	6.98	39.92	3.92	5.96	271.67	2.4
2	Acassia mangium	Cassia mangium	57	407.1	66.28	8.14	66.28	467.16	45.91	59.49	3,943.38	34.8
3	Aguacate	Persea americana	1	7.143	1.16	0.14	1.16	47.05	4.62	2.31	922.18	8.1
4	Cortez	Tabebuia guayacan	5	35.71	5.81	0.71	5.81	135.49	13.32	8.31	2,079.30	18.3
5	Guaba	Inga sp	7	50	8.14	1.00	8.14	174.27	17.13	11.14	2,498.57	22.0
6	Guarumo	Cecropia peltata	2	14.29	2.33	0.29	2.33	58.33	5.73	3.46	632.75	5.5
7	Laurel	Cordia alliodora	8	57.14	9.30	1.14	9.30	95.32	9.37	9.32	980.33	8.6
TOTAL			86	614.29	100.00	12.29	100.00	1,017.54	100.00	100.00	11,328.18	100.00

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.50 ha. Área Muestreada: 0.14 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados
 ABUNDANCIA: Se refiere a los valores de abundancia de las especies de árboles por hectárea
 FRECUENCIA: Se refiere a los valores con que se repiten las especies forestales y su obtención es a través de los valores de parcelas
 DOMINANCIA: Es el valor en términos del área basal y se refiere a la dominancia de la superficie
 Arb/ha: Árboles por hectárea
 Arb/par: Árboles por parcela
 AB/ha: Área Basal por hectárea
 IVI: Índice de Valor de Importancia
 Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea

En esta fuente se encontraron 7 especies para un total de 86 individuos muestreados, las especies más sobresalientes está la acassia mangium (cassia mangium) con 66,28% seguido de laurel (Cordia alliodora) con 9,3%, estos porcentajes son iguales para abundancia y frecuencia. En la dominancia la especie que más predomina es acassia mangium (cassia mangium) con 45.91% posterior está guaba (inga sp), con 17.13%. En el índice de valor de importancia predomina acassia mangium (cassia mangium) con 59.49% seguido de guaba (inga sp), con 11.14%.

12.3. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Testigo 1.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI	Vol.	
				%	Arb/ha	%	Arb/Par.	%	AB/ha.		M³/ha	%
1	Chaperno	Albizia adinocephala	8	72,73	100	72,73	2,00	72,73	207,10	58,38	926,53	45,08
2	Coroso	Acrocomia mexicana	1	9,09	12,5	9,09	0,25	9,09	448,64	27,49	942,14	45,84
3	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	1	9,09	12,5	9,09	0,25	9,09	31,81	4,56	155,86	7,58
4	Laurel	Cordia alliodora	1	9,09	12,5	9,09	0,25	9,09	10,42	1,49	30,62	1,49
TOTAL			11	100,00	137,50	100,00	2,75	100,00	697,96	100,00	2.055,15	100,00

Bosque: Latifoliado Área Total: 1 ha. Área Muestreada: 0.08 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.
 ABUNDANCIA: Se refiere a los valores de abundancia de las especies de árboles por hectárea.
 FRECUENCIA: Se refiere a los valores con que se repiten las especies forestales y su obtención es a través de los valores de parcelas.
 DOMINANCIA: Es el valor en términos del área basal y se refiere a la dominancia de la superficie.
 Arb/ha: Árboles por hectárea.
 Arb/par: Árboles por parcela.
 Arb/ha: Árboles por hectárea.
 IVI: Índice de Valor de Importancia.
 Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

En esta fuente se encontraron cuatro especies para un total de 11 individuos muestreados, la especie más sobresaliente es el chaperno (Albizia adinocephala) con un 72.73 %, las especies restantes se encontraron en iguales porcentajes (9.09%), estos porcentajes son iguales para abundancia y frecuencia. La dominancia está en el coroso (acrocomia mexicana) con 64.28% seguido el chaperno (Albizia adinocephala) con 29.67%. En el índice de valor de importancia la que sobresale es el chaperno (Albizia adinocephala) con 58.38% seguido de coroso (acrocomia mexicana) con 27.49%.

12.4. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP El Verdún.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM	%	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI	Vol.		%
					Arb/ha	%	Arb/Par.	%	AB/ha.	%		M³/ha		
1	Acassia mangium	Cassia mangium	12	30.00	100.00	30.00	2.00	30.00	125.82	19.64	26.55	712.27	14.54	
2	Aguacate montero	Nectandra globosa	3	7.50	25.00	7.50	0.50	7.50	29.99	4.68	6.56	222.34	4.54	
3	Chapemo	Albizia adinocephala	3	7.50	25.00	7.50	0.50	7.50	37.00	5.78	6.93	205.47	4.19	
4	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	2	5.00	16.67	5.00	0.33	5.00	22.85	3.57	4.52	174.31	3.56	
5	Guaba	Inga sp	5	12.50	41.67	12.50	0.83	12.50	63.30	9.88	11.63	275.49	5.62	
6	Guásimo	Guazuma ulmifolia	8	20.00	66.67	20.00	1.33	20.00	178.58	27.87	22.62	1,533.55	31.30	
7	Laurel	Cordia alliodora	7	17.50	58.33	17.50	1.17	17.50	183.19	28.59	21.20	1,776.15	36.25	
TOTAL			40	100.00	333.33	100.00	6.67	100.00	640.74	100.00	100.00	4,899.57	100.00	

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.10 ha. Área Muestreada: 0.12 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

ABUNDANCIA: Se refiere a los valores de abundancia de las especies de árboles por hectárea.

FRECUENCIA: Se refiere a los valores con que se repiten las especies forestales y su obtención es a través de los valores de parcelas.

DOMINANCIA: Es el valor en términos del área basal y se refiere a la dominancia de la superficie.

Arb/ha: Árboles por hectárea.

Arb/par: Árboles por parcela.

AB/ha: Área Basal por hectárea.

IVI: Índice de Valor de Importancia.

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

Se muestrearon 40 individuos para un total de 7 especies encontrándose en mayor porcentaje la acassia mangium (Cassia mangium) con el 30% seguido del guásimo (Guazuma ulmifolia) con el 20 %, estos porcentajes son iguales para abundancia y frecuencia. La especie más dominante está el laurel (cordia alliodora) con 28.59% seguido de guásimo (guazuma ulmifolia) con 27.87%. En el índice de valor de importancia predomina la acassia mangium (Cassia mangium) con 26.55% siguiendo el guásimo (guazuma ulmifolia) con 22.62%.

12.5. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP La Carlos Fonseca Amador.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM	%	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI	Vol.	
					Arb/ha	%	Arb/Par.	%	AB/ha.	%		M³/ha	%
1	Acassia Amarilla	Cassia siamea	9	40.91	90	40.91	1.80	40.91	164.41	34.63	38.82	1,491.48	37.03
2	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	3	13.64	30	13.64	0.60	13.64	144.84	30.51	19.26	1,162.08	28.85
3	Espavel	Anacardium excelsum	2	9.09	20	9.09	0.40	9.09	25.02	5.27	7.82	166.92	4.14
4	Guarumo	Cecropia peltata	1	4.55	10	4.55	0.20	4.55	25.84	5.44	4.85	325.64	8.08
5	Laurel	Cordia alliodora	5	22.73	50	22.73	1.00	22.73	77.89	16.41	20.62	622.69	15.46
6	Yema de huevo	Chirimarphis latifolia	2	9.09	20	9.09	0.40	9.09	36.72	7.73	8.64	259.35	6.44
TOTAL			22	100.00	220.00	100.00	4.40	100.00	474.72	100.00	100.00	4,028.16	100.00

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.12 ha Área Muestreada: 0.10 ha

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.
ABUNDANCIA: Se refiere a los valores de abundancia de las especies de árboles por hectárea.
FRECUENCIA: Se refiere a los valores con que se repiten las especies forestales y su obtención es a través de los valores de parcelas.
DOMINANCIA: Es el valor en términos del área basal y se refiere a la dominancia de la superficie
Arb/ha: Árboles por hectárea
Arb/par: Árboles por parcela
AB/ha: Área Basal por hectárea.
IVI: Índice de Valor de Importancia
Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

Del total de 6 especies encontradas la más sobresaliente es la acassia amarilla (Cassia siamea) con el 40.91 %, seguido del laurel (Cordia alliodora), con 22.73%, estos porcentajes son iguales en abundancia y frecuencia. La especie dominante es la acassia amarilla (Cassia siamea) con 34.63% seguido de corroncha de lagarto (Xanthoxylum sp) con 30.51%. En el índice de valor de importancia la que sobresale es acassia amarilla (Cassia siamea) con 38.82% seguido de laurel (Cordia alliodora) con 20.62%.

12.6. Vegetación arbórea de 10 cm. a más de DAP Testigo 2.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	NIM	%	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI	Vol.	%
					Arb/ha	%	Arb/Par.	%	AB/ha.	%		M ³ /ha	
1	Laurel	Cordia alliodora	3	60,00	37,50	60,00	0,75	60,00	37,85	42,99	54,33	220,64	63,12
2	Yema de huevo	Chirimarphis latifolia	2	40,00	25,00	40,00	0,50	40,00	50,19	57,01	45,67	128,92	36,88
TOTAL			5	100,00	62,50	100,00	1,25	100,00	88,04	100,00	100,00	349,57	100,00

Bosque: Latifoliado Área Total: 1 ha. Área Muestreada: 0.08 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados

ABUNDANCIA: Se refiere a los valores de abundancia de las especies de árboles por hectárea

FRECUENCIA: Se refiere a los valores con que se repiten las especies forestales y su obtención es a través de los valores de parcelas

DOMINANCIA: Es el valor en términos del área basal y se refiere a la dominancia de la superficie

Arb/ha: Árboles por hectárea

Arb/par: Árboles por parcela

AB/ha: Área Basal por hectárea

IVI: Índice de Valor de Importancia

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

Se encontraron 2 especies para un total de 5 individuos muestreados, la especie más sobresaliente es el laurel (Cordia alliodora), con el 60% , seguido de yema de huevo (Chirimarphis latifolia), con el 40%, estos porcentajes son iguales para abundancia y frecuencia. La especie dominante es yema de huevo (chirimarphis latifolia) con 42.99%. en el índice de valor de importancia la principal es esta última con 54.33%.

USO DE LAS ESPECIES

12.7. Uso de las especies Los Laureles.

No.	Nombre Común de la Especie	Maderable	Energética	Alimenticia	Industrial	Ornamental	Medicinal
1	Acassia Amarilla						
2	Acassia mangium						
3	Aguacate montero						
4	Frijolillo						
5	Guanacaste						
6	Guayaba						
7	Laurel						
8	Mango						
9	Muñeco						
10	Sangregado						

En esta tabla se observa que las especies aguacate montero y sangregado su principal uso es energético – medicinal con el 20% de las especies encontradas, seguido del uso energético el frijolillo y muñeco para otro 20% el porcentaje de uso restante corresponde al 10% de cada especie restante.

12.8. Uso de las especies Caracito.

No.	Nombre Común de la Especie	Maderable	Energética	Alimenticia	Industrial	Ornamental	Medicinal
1	Acassia Amarilla						
2	Acassia mangium						
3	Aguacate						
4	Cortez						
5	Guaba						
6	Guarumo						
7	Laurel						

El mayor número de árboles se encuentra en uso energético, las especies encontradas está guaba y guarumo para un 28.57%, el uso de las demás especies se encuentran en iguales proporciones (14.29%).

12.9. Uso de las especies Testigo 1.

No.	Nombre Común De la Especie	Maderable	Energética	Alimenticia	Industrial	Ornamental	Medicinal
1	Chaperno						
2	Coroso						
3	Corroncha lagarto						
4	Laurel						

En el testigo 1 la tabla muestra que el mayor uso de las especies es energético con coroso y corroncha de lagarto para el 50% de las especies encontradas, las 2 restantes su uso en porcentaje es del 25 % cada una.

12.10. Uso de las especies El Verdún.

No.	Nombre Común de la Especie	Maderable	Energética	Alimenticia	Industrial	Ornamental	Medicinal
1	Acassia mangium						
2	Aguacate montero						
3	Chaperno						
4	Corroncha lagarto						
5	Guaba						
6	Guásimo						
7	Laurel						

El mayor numero de árboles se encuentran en el uso energético con 3 especies (corroncha de lagarto, guaba y guásimo), para el 42.86%, las restantes tienen igual porcentaje de uso (14.29%).

12.11. Uso de las especies La Carlos Fonseca Amador.

No.	Nombre Común de la Especie	Maderable	Energética	Alimenticia	Industrial	Ornamental	Medicinal
1	Acassia Amarilla						
2	Corroncha lagarto						
3	Espavel						
4	Guarumo						
5	Laurel						
6	Yema de huevo						

La mayor cantidad de uso de especies se encuentra en el uso energético con 3 especies (corroncha de lagarto, guarumo y yema de huevo) con un 50%, en el uso maderable lo conforman el espavel y laurel (33.33%) y la acassia amarilla su uso es energético – ornamental para 16.67%.

12.12. Uso de las especies Testigo 2.

No.	Nombre Común de la Especie	Maderable	Energética	Alimenticia	Industrial	Ornamental	Medicinal
1	Laurel						
2	Llema de huevo						

En esta tabla el uso de las especies es igual para maderable y energético con un 50% para cada una de las especies.

Anexo No. 13. Inventario Forestal vegetación menor.

13.1. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Los Laureles.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	Familia	NIM	%	Arb/ha	Vol. M³/ha
1	Acassia Amarilla	Cassia siamea	Leguminosaeae	7	22.58	291.67	459.03
2	Guayaba	Psidium guajaba	Myrtaceae	14	45.16	583.33	315.15
3	Jicarillo	Psychotria chiapensis	Rubiaceae	5	16.13	208.33	107.05
4	Madero negro	Gliricidia sepium	Fabaceae	4	12.90	166.67	258.99
5	Varilla negra	Cordia inermis	Boraginaceae	1	3.23	41.67	47.00
Total				31	100.00	1,291.67	1,187.21

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.82 ha. Área Muestreada: 0.024 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Arb/ha: Árboles por hectárea

M³/ha: Metros cúbicos por hectárea

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

El total de especies encontradas fue de 5 con un total de 31 árboles muestreados en que más sobresale es la guayaba (Psidium guajaba), con 45.16%, seguido de acassia amarilla (Cassia siamea), con 22.58%.

13.2. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Caracito.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	Familia	NIM	%	Arb/ha	Vol. M³/ha
1	Acassia Amarilla	Cassia siamea	Leguminosaeae	3	8.57	142.86	26.45
2	Acassia mangium	Cassia mangium	Mimosaceae	25	71.43	1,190.48	2,151.97
3	Guaba	Inga sp	Mimosaceae	1	2.86	47.62	15.88
4	Laurel	Cordia alliodora	Boraginaceae	6	17.14	285.71	347.20
Total				35	100.00	1,666.67	2,541.50

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.50 ha. Área Muestreada: 0.021 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados.

Arb/ha: Árboles por hectárea

M³/ha: Metros cúbicos por hectárea

Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea.

En esta fuente se encontraron 4 especies para un total de 35 individuos muestreados, las especies más sobresalientes está la acassia mangium (Cassia mangium) con 71.43%, seguido de laurel (Cordia alliodora), con 17.14%.

13.3. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Testigo 1.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	Familia	NIM	%	Arb/ha	Vol. M³/ha
1	Chaperno	Albizia adinocephala	Mimosaceae	2	66,67	166,67	95,85
2	Cortez	Tabebuia guayacán	Bignonaceae	1	33,33	83,33	39,82
Total				3	100,00	250,00	135,67

Bosque: Latifoliado Área Total: 1 ha. Área Muestreada: 0.012 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados
Arb/ha: Árboles por hectárea
M³/ha: Metros cúbicos por hectárea
Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea

En esta fuente se encontraron 2 especies para un total de 3 individuos muestreados, la especie que sobresale es el chaperno (*Albizia adinocephala*), con 66.67%, seguido de cortez (*Tabebuia guayacán*), con 33.33 %.

13.4. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP El Verdún.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	Familia	NIM	%	Arb/ha	Vol. M³/ha
1	Acassia Amarilla	Cassia siamea	Leguminoseae	5	14.29	277.78	622.18
2	Acassia mangium	Cassia mangium	Mimosaceae	16	45.71	888.89	958.26
3	Aguacate montero	Nectandra globosa	Lauraceae	3	8.57	166.67	684.67
4	Chaperno	Albizia adinocephala	Mimosaceae	1	2.86	55.56	206.82
5	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	Rutaceae	1	2.86	55.56	65.46
6	Guarumo	Cecropia peltata	Moraceae	2	5.71	111.11	111.41
7	Guásimo	Guazuma ulmifolia	Sterculiaceae	3	8.57	166.67	850.57
8	Guayaba	Psidium guajaba	Myrtaceae	1	2.86	55.56	200.39
9	Laurel	Cordia alliodora	Boraginaceae	3	8.57	166.67	561.93
Total				35	100.00	1,944.44	4,261.69

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.10 ha. Área Muestreada: 0.018 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados
Arb/ha: Árboles por hectárea
M³/ha: Metros cúbicos por hectárea
Vol. M³/ha: Volumen metros cúbicos por hectárea

Se muestrearon 35 individuos para un total de 9 especies, encontrándose con mayor porcentaje la acassia mangium (*Cassia mangium*), con 45.71%, seguido de acassia amarilla (*Cassia siamea*), con 14.29%.

13.5. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP La Carlos Fonseca Amador.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	Familia	NIM	%	Arb/ha	Vol. M³/ha
1	Acassia Amarilla	Cassia siamea	Leguminosae	10	52.63	666.67	891.02
2	Corroncha lagarto	Xanthoxylum sp	Rutaceae	1	5.26	66.67	52.78
3	Espavel	Anacardium excelsum	Anacardaceae	2	10.53	133.33	289.75
4	Guarumo	Cecropia peltata	Moraceae	1	5.26	66.67	64.14
5	Laurel	Cordia alliodora	Boraginaceae	4	21.05	266.67	593.87
6	Yema de huevo	Chirimarphis latifolia	Rubiaceae	1	5.26	66.67	270.45
Total				19	100.00	1,266.67	2,162.00

Bosque: Latifoliado Área Total: 1.12 ha Área Muestreada: 0.015 ha

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados
Arb/ha: Árboles por hectárea
M³/ha: Metros cúbicos por hectárea

Del total de 6 especies encontradas la más sobresaliente es la acassia amarilla (Cassia siamea), con 52.63%, seguido del laurel (Cordia alliodora), con 21.05%.

13.6. Vegetación arbórea de 2.5 – 9.9 cm. de DAP Testigo 2.

No.	Nombre Común de la Especie	Nombre Científico de la Especie	Familia	NIM	%	Arb/ha	Vol. M³/ha
1	Corroncha de lagarto	Xanthoxylum sp	Rutaceae	1	50,00	83,33	30,79
2	Llema de huevo	Chirimarphis latifolia	Rubiaceae	1	50,00	83,33	9,66
Total				2	100,00	166,67	40,45

Bosque: Latifoliado Área Total: 1 ha. Área Muestreada: 0.012 ha.

Clave: NIM: Número de Individuos Muestreados
Arb/ha: Árboles por hectárea
M³/ha: Metros cúbicos por hectárea

Se encontraron 2 especies para un total de 2 individuos muestreados en un porcentaje encontrado de 50 % cada uno.

Anexo No. 14. Gráficos.

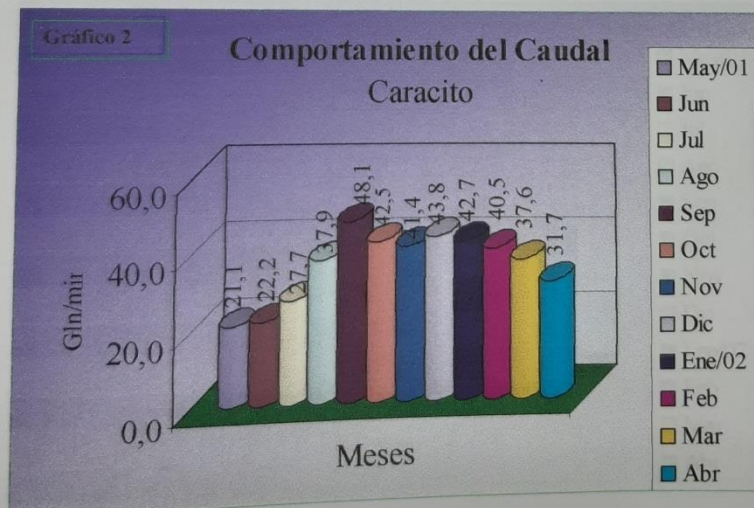
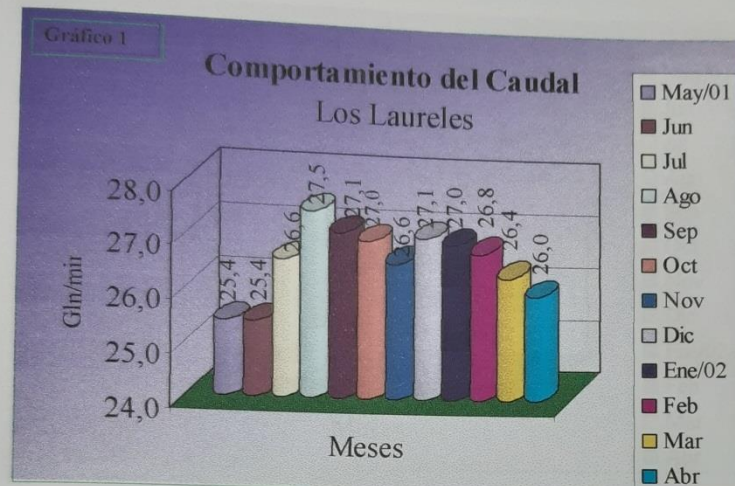


Gráfico 3

Comportamiento del Caudal Testigo 1

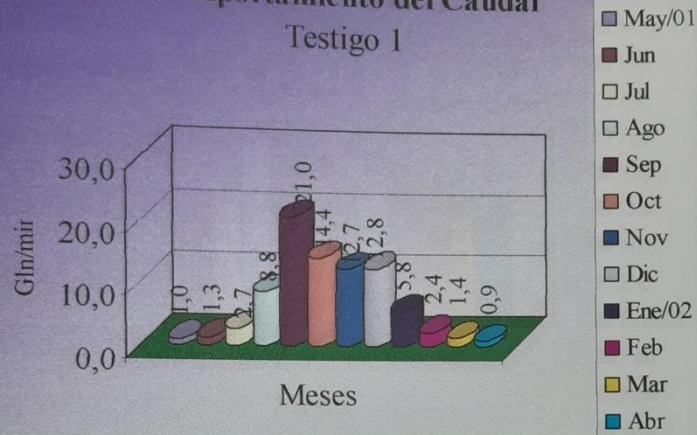
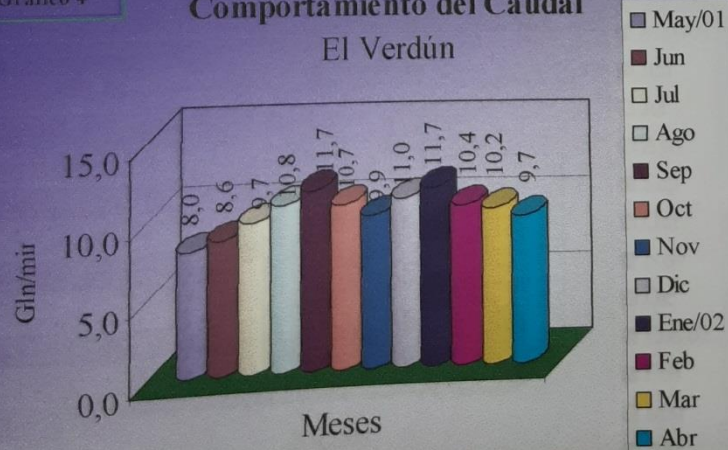


Gráfico 4

Comportamiento del Caudal El Verdún



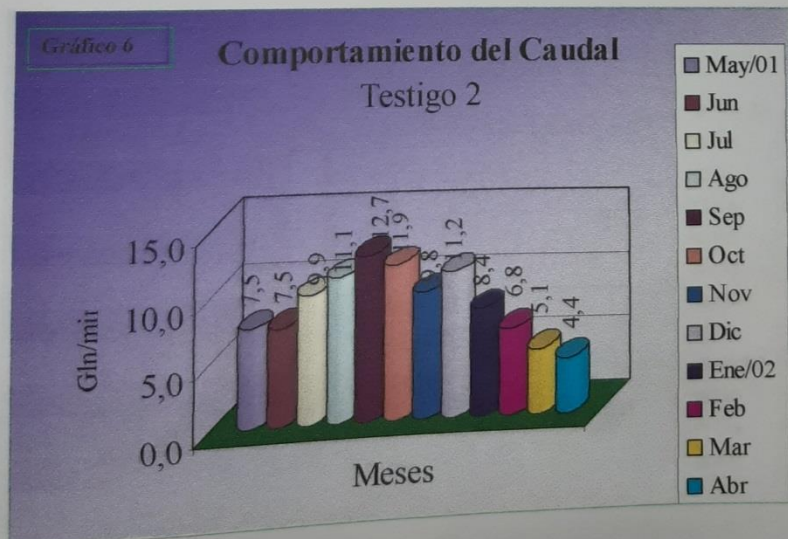
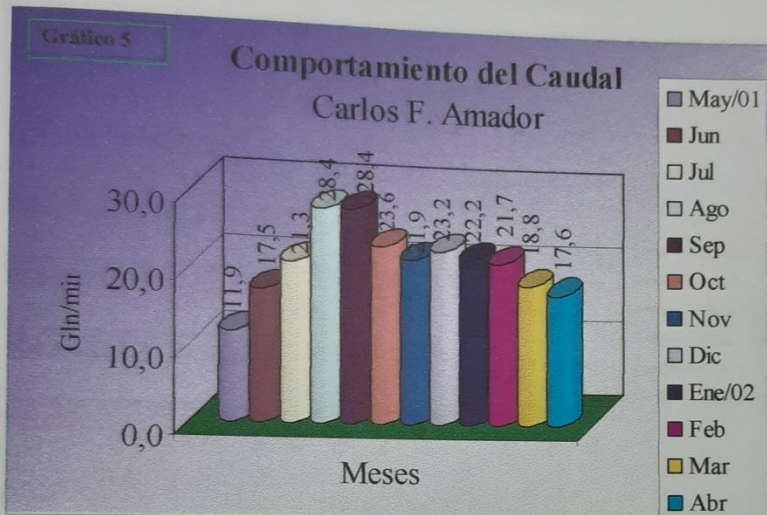


Gráfico 7

Comportamiento del Caudal de todas las fuentes

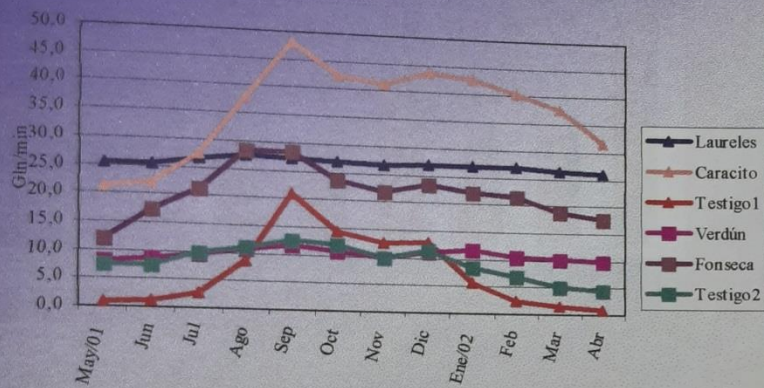


Gráfico 8

Precipitaciones Mayo/01 - Abril/02

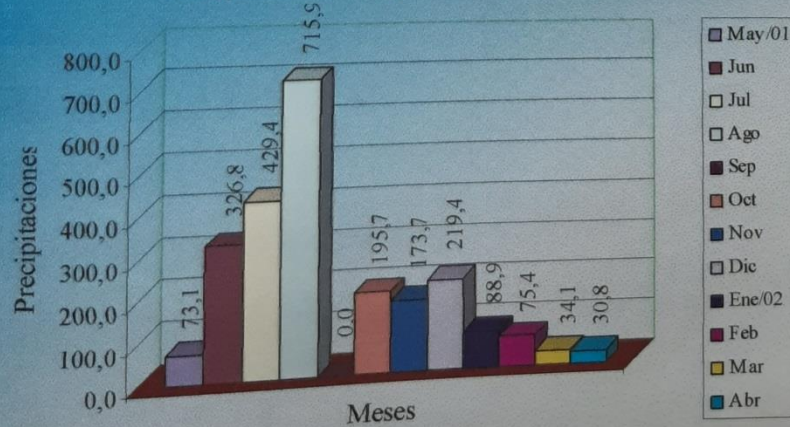
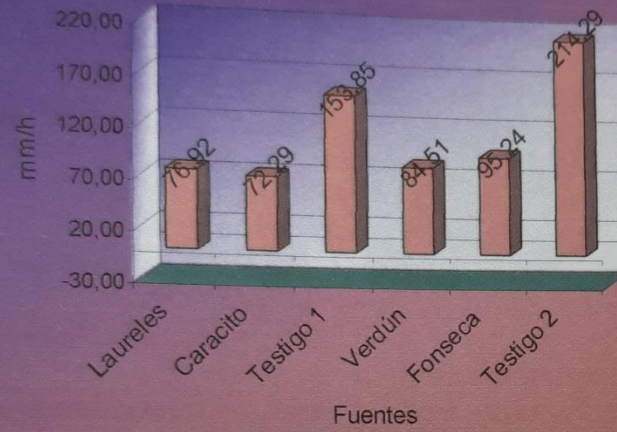


Gráfico 9

Infiltración por fuente de agua



Anexo No. 15. Fotos.

Foto 1. Aforos

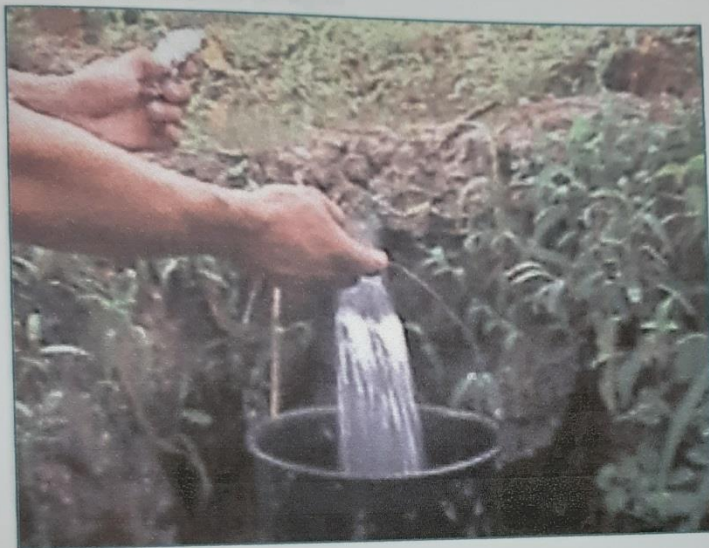


Foto 2. Inventario Forestal



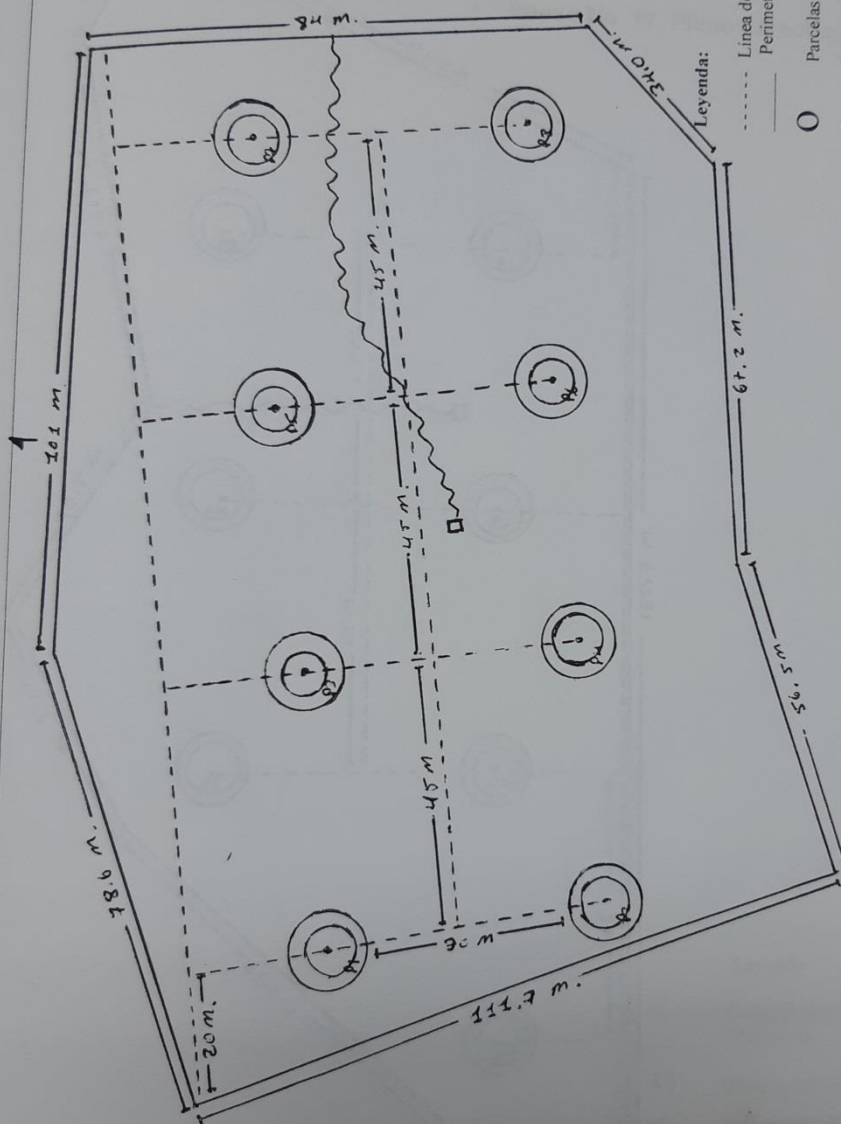
Foto 3. Infiltración de agua



Foto 4. Muestreo de suelo

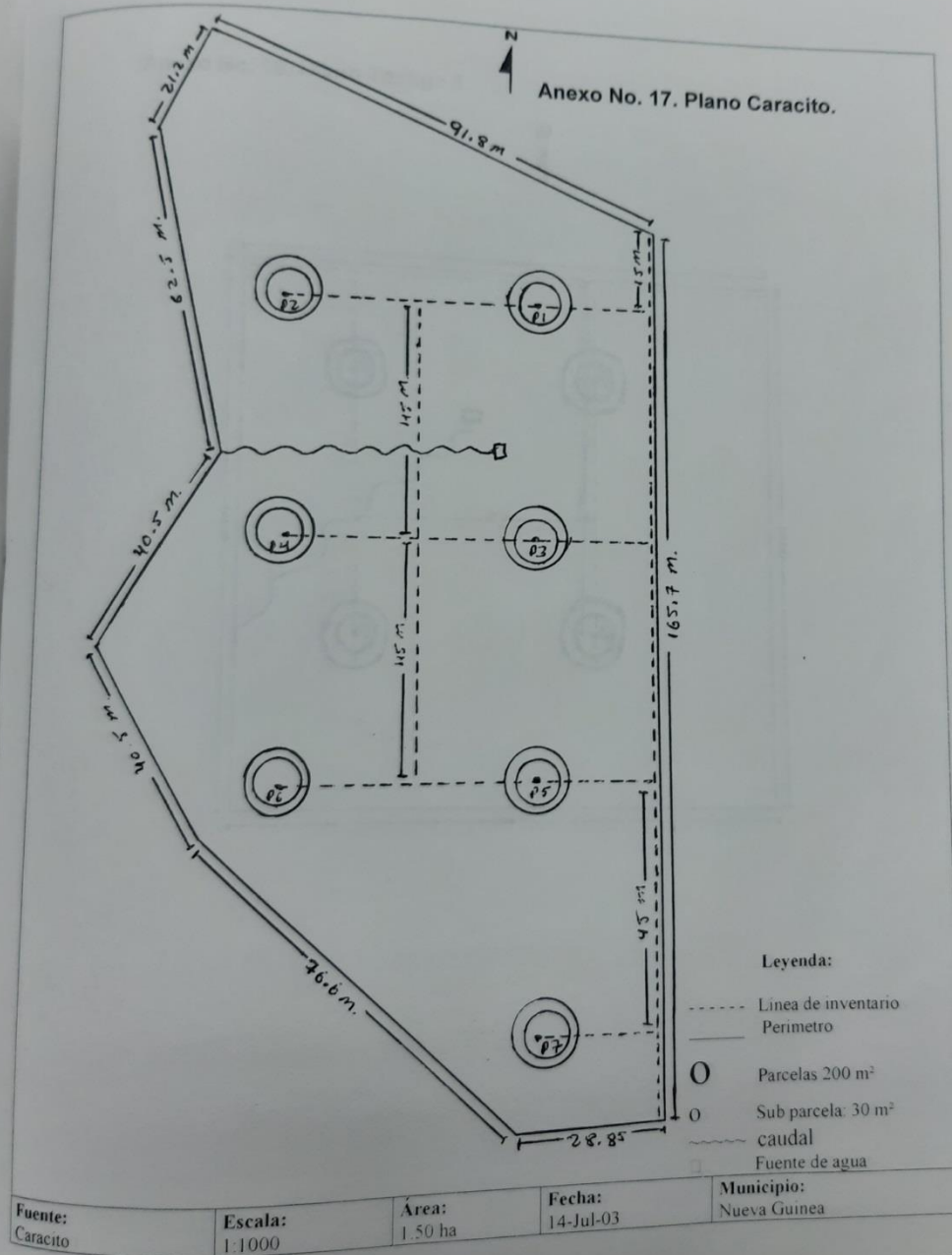


Anexo No. 16. Plano Los Laureles.

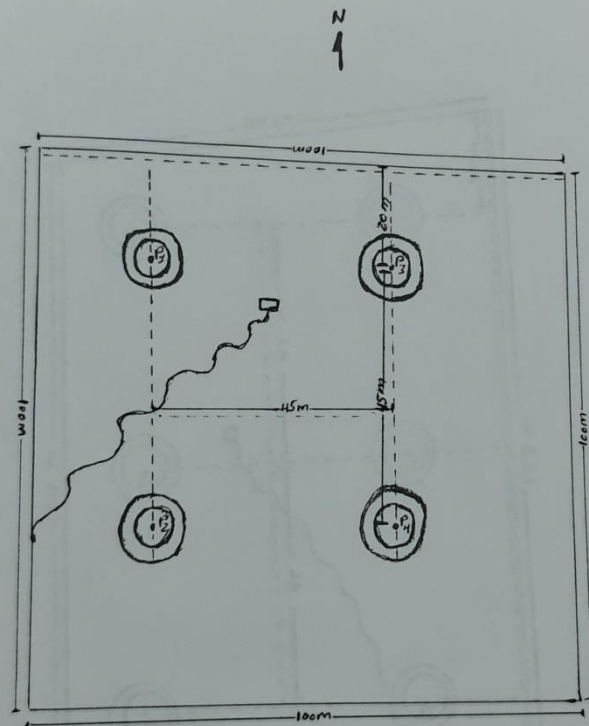


- Leyenda:**
- Línea de inventario
 - Perímetro
 - Parcelas 200 m²
 - Sub parcela 30 m²
 - ~~~~~ caudal
 - Fuente de agua

Fuente: Los Laureles	Escala: 1:1000	Área: 1.82 ha	Fecha: 14-Jul-03	Municipio: Nueva Guinea
--------------------------------	--------------------------	-------------------------	----------------------------	-----------------------------------



Anexo No. 18. Plano Testigo 1.



Leyenda:

- Línea de inventario
- Perímetro
- O Parcelas 200 m²
- O Sub parcela: 30 m²
- ~~~~~ caudal
- Fuente de agua

Fuente:
Testigo 1

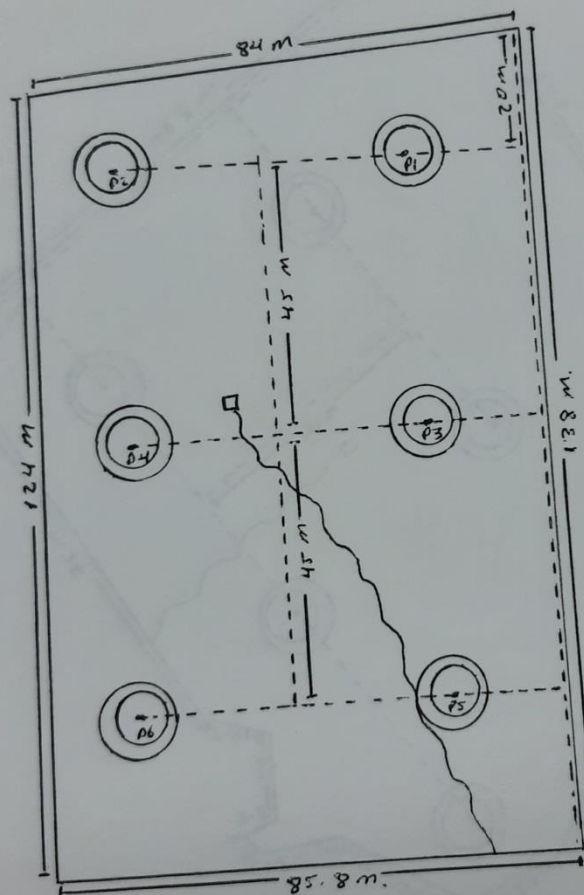
Escala:
1:1000

Área:
1.0 ha

Fecha:
14-Jul-03

Municipio:
Nueva Guinea

Anexo No. 19. Plano El Verdún.



Leyenda:

- Línea de inventario
- Perímetro
- O Parcelas 200 m²
- O Sub parcela: 30 m²
- ~~~~~ caudal
- Fuente de agua

Fuente:
Verdún

Escala:
1:1000

Área:
1.10 ha

Fecha:
14-Jul-03

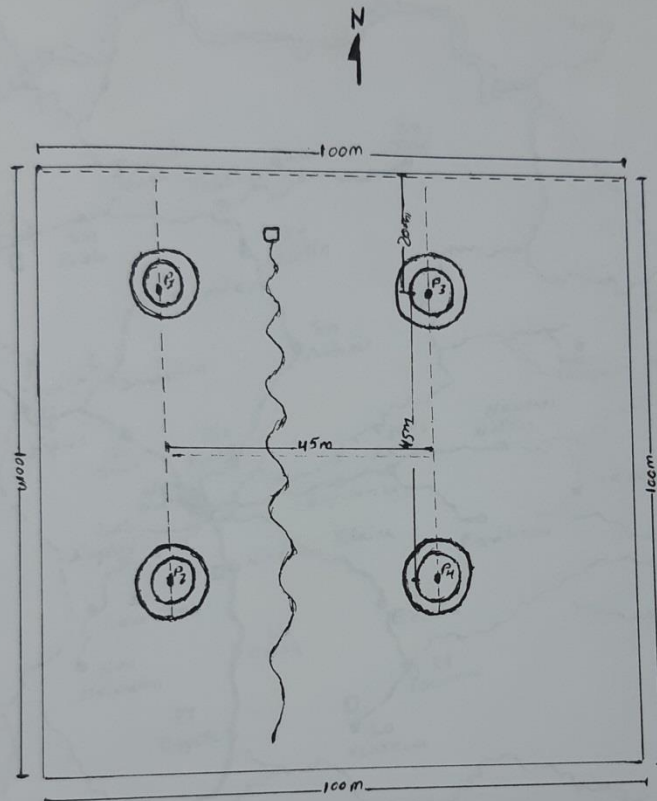
Municipio:
Nueva Guinea

[illegible]

----- Línea de inventario
 _____ Perímetro
 O Parcelas 200 m²
 O Sub parcela: 30 m²
 ~~~~~ caudal  
 □ Fuente de agua

|                                         |                          |                        |                            |                                   |
|-----------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| <b>Fuente:</b><br>Carlos Fonseca Amador | <b>Escala:</b><br>1:1000 | <b>Área:</b><br>1.2 ha | <b>Fecha:</b><br>14-Jul-03 | <b>Municipio:</b><br>Nueva Guinea |
|-----------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|

Anexo No. 21. Plano Testigo 2.



Leyenda:

- Línea de inventario
- Perímetro
- O Parcelas 200 m<sup>2</sup>
- o Sub parcela: 30 m<sup>2</sup>
- ~~~~~ caudal
- Fuente de agua

Fuente:  
Testigo 2

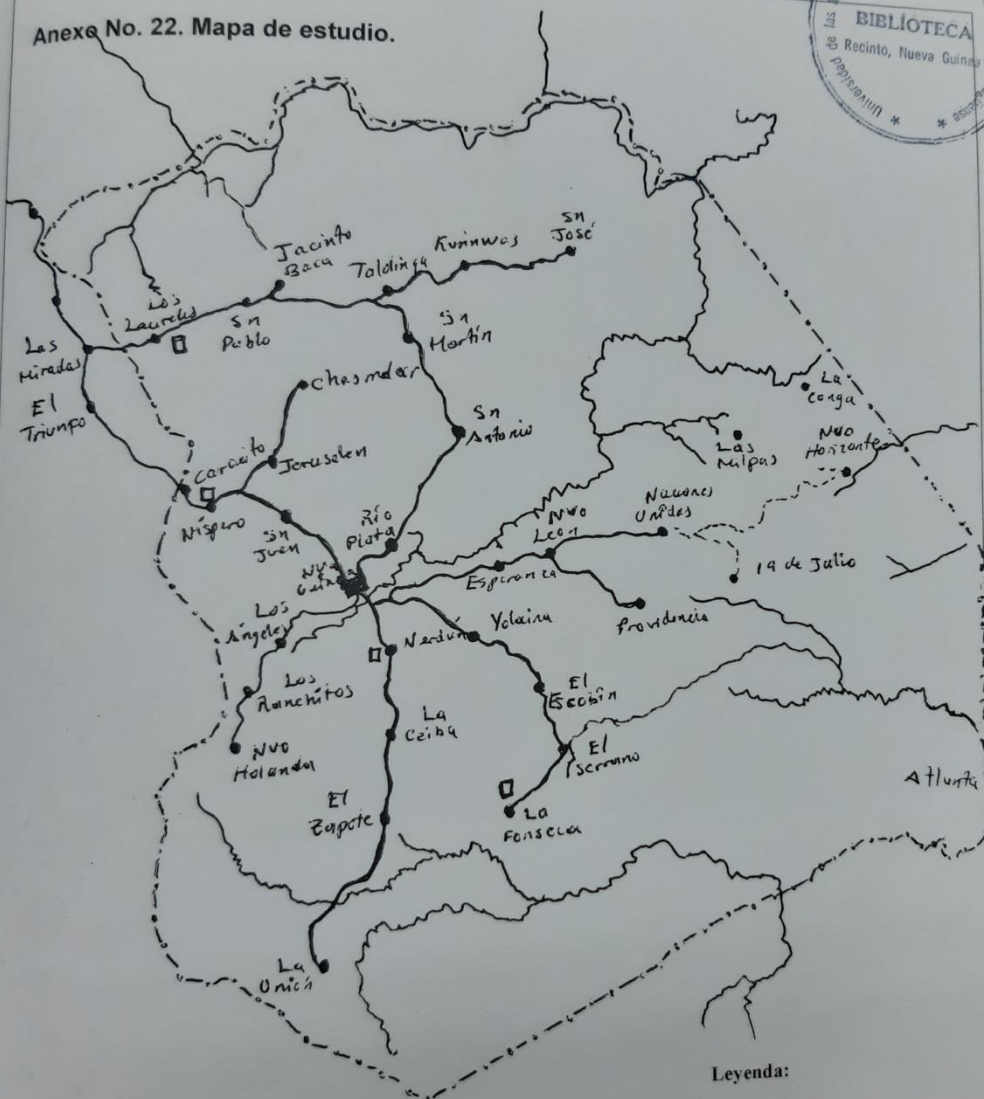
Escala:  
1:1000

Área:  
1.0 ha

Fecha:  
14-Jul-03

Municipio:  
Nueva Guinea

Anexo No. 22. Mapa de estudio.



**Municipio:**  
Nueva Guinea

**Escala:**  
1:400.000

**Fecha:**  
14-Jul-03

**Elaborado por:**  
Róger Mauricio Soza y  
José T. Rivas Bucardo

