

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL



TEC

Instituto Tecnológico de Costa Rica

**DISTRIBUCIÓN DE RAÍCES FINAS EN SUELOS DEL BOSQUE NUBOSO Y
PASTOS, EN MONTEVERDE, COSTA RICA**

**Informe de Práctica de especialidad para optar por el grado de Bachiller en
Ingeniería Forestal**

Alexander Carvajal Salas

Agosto, 2003

DISTRIBUCIÓN DE RAÍCES FINAS EN SUELOS DEL BOSQUE NUBOSO Y PASTOS, EN MONTEVERDE, COSTA RICA

Alexander Carvajal Salas *

RESUMEN

El presente trabajo consistió en analizar la distribución de la biomasa de las raíces finas (< 6mm.), en función de la profundidad y la densidad aparente del suelo en la parte alta de la cuenca del río Caño Negro y en Río Chiquito, que son parte del Embalse de Arenal. Este estudio forma parte del Convenio de la Universidad Libre de Ámsterdam y el Instituto Tecnológico de Costa Rica. La información aquí generada apoyará la ejecución del proyecto de investigación “Dinámica de la hidrología del Bosque Nuboso”.

Los datos se analizaron para dos tipos de coberturas: potrero y bosque. La información básica se tomó a partir de muestras colectadas en calicatas, realizadas aleatoriamente en cada uno de los sitios analizados.

Las muestras de la cuenca de Río Chiquito se tomaron en la parte alta, media y baja, mientras que el muestreo en la Cuenca de Caño Negro se efectuó solamente en la parte alta.

Se encontró una clara variación de la biomasa de raíces finas en función de la profundidad del suelo para ambas coberturas. Esta variación puede ser explicada por una tendencia exponencial, donde la biomasa disminuye a medida que aumenta la profundidad del suelo, principalmente en los primeros 20 cm.

Los valores de biomasa de raíces son menores en sitios de potrero (600-1500 kg/ha) que en las áreas de bosque (1000-2000 kg/ha), excepto en la profundidad de 20-30 cm, donde la biomasa de raíces finas en potrero fue mayor (90% mayor que el bosque).

Este estudio es un aporte a la comprensión de la relación del suelo con el desarrollo de las raíces finas, asimismo permite entender la importancia de la absorción del agua para el sustento de los árboles en diferentes ambientes. La aplicación de estos resultados en el proyecto de investigación servirá para desarrollar un modelo que explique el comportamiento de la evapotranspiración en los bosques nubosos.

Palabras Claves: Biomasa de raíces, Bosque nuboso, Tipos de raíces, Humedad gravimétrica

DISTRIBUTION OF FINE ROOTS IN FLOORS OF THE CLOUDY FOREST AND GRASSES, IN MONTEVERDE, COSTA RICA

Alexander Carvajal Salas

ABSTRACT

The present work consisted on analyzing the distribution of the biomass of the fine roots (<6mm.), in function of the depth and the apparent density of the floor in the high part of the basin of the river Caño Negro and in Río Chiquito, that are part of the Reservoir of Sandbank. This study forms part of the Agreement of the University Free of Amsterdam and the Technological Institute of Costa Rica. The information here generated it will support the execution of the project of Dynamic investigation of the hydrology of the Cloudy Forest."

The data were analyzed for two types of coverings: herdsman and forest. The basic information took starting from samples collected in hole, carried out aleatorily in each one of the analyzed places.

The samples of the basin of Río Chiquito took in the high part, médium and low, while the sampling in the river basin of Caño Negro was only made in the high part.

It was found a clear variation of the biomass of fine roots in function of the depth of the floor for both coverings. This variation can be explained by an exponential tendency, where the biomass diminishes as the depth of the floor increases, mainly in the first 20 cm.

The values of biomass of roots are smaller in herdsman's places (600-1500 kg/ha) than in the forest areas (1000-2000 kg/ha), except in the depth of 20-30 cm, where the biomass of fine roots in herdsman was bigger (90 bigger% than the forest).

This study is a contribution to the understanding of the relationship of the floor with the development of the fine roots, also allows to understand the importance of the absorption of the water for the sustenance of the trees in different atmospheres. The application of these results in the investigation project will be good to develop a model that explains the behavior of the evapo-perspiration in the cloudy forests.

Key words: Biomass of roots, cloudy Forest, Types of roots, gravimetric water content.

**DISTRIBUCIÓN DE RAÍCES FINAS EN SUELOS DEL BOSQUE NUBOSO Y
PASTOS, EN MONTEVERDE, COSTA RICA**

**Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto
Tecnológico de Costa Rica como requisito para optar por el grado de
Bachiller en Ingeniería Forestal**

Miembros del Tribunal

Dr. Julio César Calvo Alvarado
Profesor Guía

Dr. Conrado Tobón Marín
Lector

Dr. Dagoberto Arias Aguilar
Lector

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelo José Salas y a la presencia de mi abuela Cándida Villalobos.

A mis padres Ahías y Aurora, por darme siempre su apoyo y su confianza, aunque no siempre lo mereciera.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer la colaboración y apoyo que recibió en la realización del presente trabajo por parte de las siguientes personas:

Al Dr. Julio Calvo por la confianza depositada en mí para realizar este trabajo.

Al Dr. Conrado Tobón por tener la paciencia y el trabajo de campo y además de sus aportes en procesamiento de la información.

Al Dr. Dagoberto Arias por la ayuda y consejos acertados que me brindó durante la realización del documento.

A todas las personas que trabajaron en el proyecto por hacer más fácil mi trabajo con su amistad, simpatía, humor y trabajo. En especial a Gabriel y a Olger por su enorme colaboración durante la recolección de muestras, además a de mis compañeros Ronny, Marlon Barboza, Marlon Marín, Vinicio, Rafón, Doris, Ramirito y Arnold, por su apoyo por su ayuda en el laboratorio al procesar los datos.

Y a todas las personas que me prestaron su ayuda cuando más lo necesité.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-------------|
| RESUMEN | i |
| ABSTRACT | iii |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTOS | vii |
| ÍNDICE GENERAL | viii |
| ÍNDICE DE CUADROS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xi |
| ÍNDICE DE APENDICE | xii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiii |
| I INTRODUCCIÓN | 1 |
| II OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general..... | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 3.1. Formación Geologica | 4 |
| 3.2 Raíces del suelo | 4 |
| 3.3 Clasificación de las raíces:..... | 7 |
| 3.4 Biomasa de raíces | 8 |
| 3.5 Cálculo de la biomasa de las raíces finas..... | 8 |
| 3.6 Condiciones del suelo y desarrollo radical | 9 |
| 3.7 Factores ambientales que afectan el crecimiento de las raíces..... | 11 |
| 3.8 Humedad en el suelo..... | 14 |
| IV METODOLOGÍA | 16 |
| 4.1 Ubicación del sitio de estudio..... | 16 |
| 4.2 Caracterización biofísica..... | 17 |
| 4.2.1 Clima..... | 17 |
| 4.2.2 Suelos del área de estudio..... | 18 |
| 4.3. Contexto general del sector de Río Chiquito | 20 |
| 4.4. Muestreo de la biomasa y densidad aparente..... | 21 |
| 4.5. El efecto de cobertura (bosque y pasto) sobre la biomasa de raíces..... | 24 |
| 4.6. Análisis de datos | 25 |
| 4.7. Análisis de calidad para cada tipo de suelo | 25 |

| | |
|--|--------------------------------------|
| V RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |
| 5.1. Distribución de raíces en los suelos, basada en la cantidad de biomasa y el porcentaje de abundancia de raíces finas a diferentes profundidades. | 26 |
| 5.1.1 Porcentaje promedio de raíces finas a diferentes profundidades del suelo..... | 26 |
| 5.2. Distribución de biomasa promedio a diferentes profundidades del suelo | 28 |
| 5.3. Variación de la densidad aparente en función de la profundidad del suelo..... | 30 |
| 5.4. Variación de la densidad aparente en relación con la humedad gravimétrica | 32 |
| VI CONCLUSIONES | 35 |
| VII RECOMENDACIONES | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA | 37 |
| APENDICE..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| ANEXOS | 56 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Descripción de los tipos de suelo encontrados en las áreas en estudio analizadas..... | 40 |
| Cuadro 2. Comparación de la distribución de la biomasa de raíces finas entre dos lugares de diferente cobertura (bosque y potrero), ubicados en los subsitios Caño Negro en Monteverde, Puntarenas y Río Chiquito de Tilarán. 2003..... | 42 |
| Cuadro 3. Densidad aparente con relación a la profundidad por cada clase de suelo, en la parte alta de la cuenca de Caño Negro y la de Río Chiquito. 2003..... | 43 |
| Cuadro 4. Densidad aparente general con relación a la profundidad en la parte alta del Caño Negro y la cuenca de Río Chiquito, por tipo de cobertura. 2003 | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Climagrama según H. Walter y H. Lieth, para en área de Monteverde y Tilarán de acuerdo con el IMN. 2003 | 18 |
| Figura 2. Distribución de los porcentajes promedio de raíces finas a diferentes profundidades en los bosques de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003 | 26 |
| Figura 3. Distribución de los porcentajes promedio de raíces finas a diferentes profundidades en los potreros de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003 | 27 |
| Figura 4. Distribución de biomasa promedio de raíces finas a diferentes profundidades en los bosques de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003 | 29 |
| Figura 5. Distribución de biomasa promedio de raíces finas a diferentes profundidades; en los potreros de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003 | 29 |
| Figura 6. Distribución de la densidad aparente en relación con la profundidad para el bosque, en Caño Negro y Río Chiquito | 31 |
| Figura 7. Distribución de la densidad aparente en relación con la profundidad para el potrero, en Caño Negro y Río Chiquito | 31 |
| Figura 8. Distribución de la humedad gravimétrica de acuerdo con la densidad aparente del suelo en el bosque para Caño Negro y Río Chiquito, 2003 | 33 |
| Figura 9. Distribución de la humedad gravimétrica de acuerdo a la densidad aparente del suelo en el potrero para Caño negro y Río Chiquito. 2003..... | 33 |

ÍNDICE DE APÉNDICE

i

| | |
|---|----|
| Apéndice 1. Caracterización de las propiedades físicas del suelo | 40 |
| Apéndice 2. Base de datos para el análisis de la densidad aparente y la humedad porcentual del suelo para Caño Negro y Río Chiquito. 2003 | 45 |
| Apéndice 3. Resultados de los datos obtenidos en campo con respecto a biomasa y densidad aparente. agosto 2003 | 50 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Mapa 1. Ubicación de los puntos de Muestreo para la recolección de las muestras de biomasa de raíces finas (< 6 mm) y densidad aparente. Agosto 2003 | 57 |
| Foto 1. Bosque en la parte alta de la cuenca de Caño Negro, ubicada en el mirador de San Gerardo, Santa Elena, Monteverde..... | 58 |
| Foto 2. Parte de uno de los brazos de la cuenca del río de Caño Negro, en San Gerardo, Santa Elena, Monteverde..... | 58 |
| Foto 3. Parte de potrero, ubicada en la parte superior del bosque en la cuenca del Río Caño Negro. | 59 |
| Foto 4. Calicata para la recolección de las muestras en el sector del bosque sobre la cuenca del Río Caño Negro. | 59 |
| Foto 5. Calicata en el bosque donde se muestra una leve capa de arena volcánica sedimentada en el estrato mas profundo, a unos 20-30 cm de profundidad, en la cuenca de Caño Negro..... | 60 |
| Foto 6. Perfil donde se observa los horizontes que componen el suelo, representa el área de pastos dentro de la cuenca de Caño Negro. | 60 |
| Foto 7. Esta zona corresponde a las Nubes de Río Chiquito, donde se observa los parches de bosque remanente. | 61 |
| Foto 8. Dominancia de la actividad ganadera dentro de la cuenca de Río Chiquito. | 61 |
| Foto 9. Parte, media de la cuenca donde se tomaron muestras, esta área corresponde a zona Patios, Tilarán. | 62 |
| Foto 10. Poblado de Río Chiquito, donde se tomaron muestras de suelos..... | 62 |
| Foto 11. Perfil del suelo en el potrero de la cuenca de Río Chiquito. | 63 |
| Foto 12. Recolección y marcaje de las muestras de suelo con raíces..... | 63 |
| Foto 13.Extracción de las muestras de densidad aparente, por cada horizonte encontrado. ... | 64 |
| Foto 14. Lavado del material, para la separación del suelo y la tierra, y luego realizar la separarlas por categorías diamétricas. | 64 |

I INTRODUCCIÓN

Costa Rica es un país privilegiado al poseer una gran variedad de climas en un área muy pequeña, lo que determina, en parte, la gran diversidad biológica con que cuenta. Dentro de los factores climáticos determinantes de esta diversidad se encuentran las corrientes de aire (vientos alisios), que cruzan el país de nor-este a sur-oeste. Estos influyen en el clima local y crean ambientes húmedos donde proliferan gran cantidad de epífitas y briófitas en la vegetación arbórea. Esta flora responde a las condiciones en las que se encuentra, por lo tanto, su capacidad de crecer y mantenerse dentro de su nicho está en función de la disponibilidad o reducción de algunos de los elementos esenciales que la mantienen.

En el Bosque Nuboso de Monteverde, la Universidad Libre de Ámsterdam, junto con otras entidades de Investigación realizan el proyecto de Investigación titulado “Dinámica de la hidrología del Bosque Nuboso”.

Para efectos experimentales el proyecto estudia el ciclo hidrológico en dos micro cuencas con diferente cobertura: la primera cubierta por un bosque nuboso y otra por pastos.

En este sentido es necesario estudiar el patrón de distribución y la cuantificación de la biomasa de las raíces en una micro cuenca como el bosque nuboso, para compararlo con micro cuencas con pasto, con el fin de establecer una relación entre las variables en cuanto clase de suelo y distribución de las raíces en el suelo, para luego poder aplicar un modelo que las correlacione. Además, la información obtenida se utilizará como base para implementar un macro modelo que proporcione la humedad promedio en cada una de las capas de suelo (horizontes), con un mayor número de variables a medir.

Además la información extraída es importante para comprender cómo se distribuyen las raíces dentro de cada uno de los perfiles del suelo. A su vez, permitirá utilizar el programa de modelación SWIF (Soil Water Fluyes in Forested Ecosystems) desarrollado por la Universidad de Ámsterdam, el cual permitirá simular los flujos de agua en suelos bajo bosque, específicamente el drenaje por debajo de la zona de raíces y la transpiración por el bosque en relación con la absorción de agua por las raíces, es decir, la transpiración actual del bosque.

También este trabajo busca llenar un vacío en el estudio del comportamiento de la hidrología de los bosques nubosos de Costa Rica, principalmente, en el sector de Monteverde. En los últimos años ha existido un mayor interés por poder establecer el comportamiento de la por medio de estudios aislados, que a la postre, podrían ocupar ese vacío y a la vez brindar las herramientas necesarias para llevarlo a otras áreas de interés y lograr una mayor comprensión de los demás bosques que existen en el país.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Estudiar el patrón de distribución y biomasa de las raíces finas del suelo en dos tipos de uso de la tierra: bosque primario y pastos en el área de Monteverde.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el patrón de distribución de las raíces finas en el perfil de los suelos bajo bosque primario y pastos en el sitio de Monteverde, ubicado en la Cuenca de los Ríos Caño Negro y Chiquito.
- Relacionar la densidad aparente del suelo con el contenido de humedad en un área bajo bosque primario y una bajo pastos.
- Relacionar la biomasa de las raíces finas con la variabilidad espacial de la densidad aparente en dos tipos de uso de la tierra: bosque primario y pastos.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Formación geológica de la región

La Cordillera de Tilarán se extiende desde el cantón de Tilarán hasta el Río Barranca, más al NO, se continúa con los Montes del Aguacate.

El volcán Chato tiene una composición mineralógica y química idéntica a la del Arenal. Los volcanes gemelos Chato y Arenal se edificaron encima de una zona de debilidad cortical con dirección NO-SE, donde se observa una andesita de la laguna Pocosol (formación Monteverde) que fue datada en 1,3 Ma¹, una lava dacítica que se encuentra del Cerro los Perdidos 6 Km. al NO, datada en 100 000 años y una andesita del volcán Chato, localizada 4 Km al No de los perdidos y datada en 38 000 años. Según esto el volcán Chato tuvo su última actividad hace aproximadamente 3500 años y hace unos 3000 años empezó a formarse el Volcán Arenal (Denyer y Kussmaul, 2000).

3.2 Raíces del suelo

Las condiciones en que se desarrolla cada tipo de árbol dependerán de los factores que pueden influir en su modelo arquitectónico o patrón de crecimiento, entre estos factores se encuentran: la textura del suelo, su composición, la humedad disponible, las capas obstructoras y la disponibilidad de nutrientes. Es conveniente mencionar que la densidad poblacional existente en el campo, la profundidad lateral y la competencia entre los árboles también tiene un efecto sobre el crecimiento y la distribución del sistema radicular (Morales, 1997).

¹ Ma: Millones de años.

Son pocas las fuentes de información existentes para sustentar un marco conceptual que apoye las investigaciones que buscan determinar un método de análisis de las raíces. No obstante, para definir las dimensiones de las raíces para realizar comparaciones Nambiar (1997), menciona que se debe especificar tres ámbitos para el diámetro de las raíces de acuerdo con su función en la planta, para conocer mejor la funcionalidad de cada tipo según su tamaño, a lo cual también hace mención Morales (1997).

Pritchett (1990) respecto de la distribución y número de raíces pequeñas explica que la mayor parte de los sistemas radiculares se caracterizan por un hábito de arraigamiento relacionado con la dirección morfológica, la distribución de las raíces a estructuras más grandes y a la intensidad de la raíz.

La agrupación de los sistemas radiculares se constituye en:

- ♦ Axonomorfas

Las raíces axomorfas tienen un crecimiento hacia abajo y poseen una raíz principal que puede ramificarse hasta cierto punto, por esto pueden penetrar grandes profundidades en busca de sustento y humedad, también tienen ramificaciones laterales extensas, como guías de elongación, que les permiten sobrevivir en suelos superficiales (Pritchett, 1990).

- ♦ Radiadas

Son de un débil desarrollo genético, se destacan en suelos poco profundos, en comparación con los otros tipos de raíces tienen poco anclaje, por lo cual las plantas con este tipo de raíces son fácilmente derribadas por fuertes vientos (Pritchett, 1990).

- ♦ **Fibrosas**

Por otro lado tenemos las plantas que poseen una raíz fibrosa con ramificaciones laterales y oblicuas que nacen desde el cuello de la raíz, beneficiándose de los suelos profundos y permeables, además de aprovechar las fisuras de los lechos rocosos (Morales, 1997).

El tamaño del sistema radicular y su patrón de distribución en un suelo está determinado en gran parte por:

- ♦ La resistencia del suelo a la penetración, que depende a su vez de su contenido de humedad, la densidad aparente del suelo y su estructura.
- ♦ Su interacción con la aireación del suelo y el suministro de nutrientes, en particular fósforo y nitrógeno. También se señala la presencia de elementos tóxicos que impiden el crecimiento de las raíces (Pritchett, 1990).

Por otra parte parece ser que la vegetación presenta cierta adaptabilidad fisiológica a la disponibilidad de agua en el suelo, desarrollando un sistema radical específico a las condiciones de humedad, bien sea por un crecimiento superficial en suelos anegados o muy húmedos donde la aireación es escasa o un crecimiento profundo en zonas más secas a áridas (Tobón, 1999).

Las condiciones de las raíces se relacionan con factores bióticos como el hábitat y la presencia de microorganismos y abióticos como las condiciones climáticas y la morfología del sitio. Estas variables en conjunto con la edad, generan una distribución específica del sistema radicular, principalmente sobre las raíces finas (con diámetros menores a 2 mm.). Se destacan, por ejemplo, aquellos árboles dominantes, los cuales tienen raíces laterales vigorosas con sistemas radicales finos y bien desarrollados, en tanto que los codominantes podrían tener una tercera parte de esa longitud y el 40% de la masa radical (Morales, 1997).

Existen cuatro factores que influyen sobre la estructura de las raíces: aireación, compactación, relaciones de agua y temperatura; se deben considerar además las interacciones entre ellos (Sánchez, 1991).

En términos generales, el mayor porcentaje de raíces finas en casi todos los bosques se encuentra a menos de un metro de profundidad del suelo y en los pastos estas raíces finas se concentran en los primeros 20 cm del suelo. Sin embargo, algunos factores edáficos y climáticos hacen que este patrón cambie sustancialmente, por lo que se hace necesario investigar cada ecosistema por separado, para poder entender su funcionamiento (Pritchett, 1990).

3.3 Clasificación de las raíces:

3.3.1 Raíces leñosas: se describen como aquellas que tienen funciones de sostén, su diámetro se ubica por encima de los 2 mm, se analizan en su arquitectura considerando las diferentes formas estructurales generadas por la raíz en un estado ontogénico y de acuerdo a la edad.

3.3.2 Raíces Finas: son más flexibles y frágiles, son utilizadas más para el transporte de los nutrimentos que para su soporte y su tamaño es menor, siendo esta la única diferencia fisiológica y morfológica, de acuerdo con los estudios de Morales (1997).

3.4 Biomasa de raíces

Se ha establecido que muchos bosques tropicales contienen una elevada cantidad de biomasa de raíces finas (definidas por debajo de los 6 mm.), contenidas en su mayoría en los primeros 20 cm. de profundidad del suelo, estableciéndose diferencias en cuanto a la fertilidad de dichos suelos. En los suelos fértiles, al existir una mayor productividad, se tiende a disminuir la cantidad de raíces en comparación con la biomasa de hojarasca. En los suelos pobres, esta relación es inversa. La cantidad de biomasa de raíces es mayor en un bosque que en una plantación de edad homogénea (Guariguata y Kattan, 2002).

3.5 Cálculo de la biomasa de las raíces finas

Encontramos dos clases de métodos para determinar la biomasa de los suelos: directos e indirectos. Los métodos directos se diferencian de los indirectos por establecer lo que realmente existe en el terreno. Los indirectos generan una posible proyección hipotética con la recolección de datos como: el diámetro, altura total y la proyección de copas, que son ingresados en un modelo, generando la posible profundidad, extensión y proyección de las raíces, para tener una idea de la biomasa en ese momento (Vogt et al, 1998).

Existen diferentes opiniones en cuanto a cuál es la mejor metodología a utilizar a nivel general, por lo que debería de aplicarse un medio directo e indirecto en una misma área de estudio.

Se deben definir la temperatura y el tiempo de secado de la biomasa en el horno, ya que se habla de temperaturas que oscilan entre los 40 y 70 °C y el tiempo varía de dos a tres días (Murach y Ruhiyat 1998).

Las unidades que generalmente se utilizan para expresar los datos son kg/ha en el caso de biomasa y ton/ha en el caso de los nutrimentos (Murach y Ruhiyat 1998).

Generalmente las investigaciones se centran en realizar análisis de la biomasa y la distribución de las raíces en el respectivo perfil del suelo, sin considerar la influencia directa e indirecta de las actividades biológicas y químicas, además, de sus adaptaciones.

En estudios anteriores se menciona que la biomasa radicular en pastizales es mayor en los primeros 10 cm del suelo, particularmente en las especies nativas, destacando diferencias entre cada tipo de especies predominantes en las regiones (Ansin et al., 1998).

No existe un método definitivo que se considere como universal. El tipo de método a utilizar depende de los objetivos de la investigación, experiencia, el equipo y el financiamiento con que se cuenta, ya que se ha establecido una serie de metodologías que contemplan desde trabajos de campo hasta posibles proyecciones considerando variables medibles indirectamente, como la información fenológica en cada sitio de estudio y las características morfológicas con respecto a las condiciones abióticas del ambiente (Vogt et al, 1998).

3.6 Condiciones del suelo y desarrollo radical

Se han establecido límites de acuerdo con la densidad del suelo en los cuales las raíces de las plantas no penetrarían. El ámbito de penetración va desde $1,75 \text{ g.cm}^{-2}$ en arenas hasta $1,46 \text{ g.cm}^{-2}$ en arcillas, después de estos límites las raíces incursionan en suelos saturados de baja densidad, aún cuando el aire haya sido expulsado, indicando que el aire no es un factor limitante en la penetración de las raíces.

La penetración en suelos duros (costras) es difícil, esta tendencia es medida por medio de una prueba de “Módulo de Ruptura”, esta tendencia del suelo se presenta a partir de los 273 milibares o más, las raíces penetran con mayor facilidad cuando el suelo está granulado, pero se dificulta y se hace más lenta en suelos finos y compactos (Pritchett, 1990).

La compactación de los suelos tiene efectos adversos en cuanto al crecimiento de las plantas:

- ♦ Aumenta el impedimento mecánico al crecimiento de las raíces.
- ♦ Altera la extensión y la configuración del espacio poroso.

El número y la distribución de las raíces finas, determinan la intensidad con que ocupan el suelo. En los sistemas intensivos el volumen ocupado por las raíces es menor, contrario a uno extensivo. Esta intensidad está en función de los nutrientes del suelo, almacenamiento de humedad, temperatura y la aireación (Pritchett, 1990).

Los rangos establecidos para denominar la densidad aparente baja, se encuentran en el ámbito de $0,7-0,9 \text{ g.cm}^{-3}$, para el caso de valores intermedios, su rango oscilará entre $0,9-1,3 \text{ g.cm}^{-3}$, la materia orgánica compactada por sobre pastoreo o por el uso indiscriminado de la maquinaria agrícola puede presentar rango en su densidad entre $0,1-0,3 \text{ g.cm}^{-3}$ (Núñez, 1996).

Por su parte, existen diferencias en la distribución de las raíces de acuerdo con las especies arbóreas: las de coníferas, por ejemplo, se extienden grandes distancias, y a pesar de la alta concentración de raíces pequeñas en los suelos superficiales. Los pinos se hallan entre los árboles menos ramificados (o sea, son los más extensivos) de las especies forestales importantes, ya que pueden poseer hasta 20 o más raíces laterales de primer orden, de manera más o menos espaciada alrededor de 15 m o más (Pritchett, 1990).

La ventaja de un sistema radical lateral extensivo en bosques heterogéneos, consiste en que permite mayor flexibilidad a un árbol o una especie para aprovechar las condiciones favorables de micro hábitat. En las áreas nórdicas se han establecido relaciones en promedio de raíz-copa de aproximadamente 4.5:1. De acuerdo con Pritchett (1990), en campos cerrados, por lo menos cuatro árboles están compitiendo por el espacio, el agua y los nutrientes disponibles.

3.7 Factores ambientales que afectan el crecimiento de las raíces (Kramer, 1989)

3.7.1 Humedad del suelo: un exceso de agua en el suelo desplaza el aire del espacio poroso no-capilar y produce una deficiencia de oxígeno, ocasionando la muerte de las raíces, a ello hay que agregarle que una deficiencia hídrica interrumpe el crecimiento de la raíz, en ocasiones se observa que el crecimiento de las raíces es independiente del potencial hídrico en cada estrato. En ocasiones una severa tensión hídrica (sequía), hace que las raíces se vuelvan más o menos latentes y lentas para reanudar el crecimiento cuando se vuelva a mojar. Para regiones secas, la penetración estará regida por la profundidad hasta la cual está mojado el suelo por la lluvia, interrumpiendo el alargamiento, y a la vez tienden a suberificarse hasta sus puntos, reduciendo la capacidad de absorción.

3.7.2 Aireación del suelo: la respiración de las raíces y de los organismos del suelo tiende a reducir la cantidad de oxígeno y a incrementar la cantidad de dióxido de carbono, lo que ocasiona un aumento de la temperatura. Estos efectos se aprecian más en verano que en invierno y son a la vez más notables en suelos con alto contenido de materia orgánica.

Hay un intercambio de gases por difusión entre suelo y aire, satisfaciendo esta necesidad hasta un metro. Esta aireación por difusión es facilitada por la temperatura, cambios en la presión atmosférica causados por movimiento local del aire y por la filtración del agua. Entre los efectos que presenta la deficiencia del oxígeno están las siguientes:

- ♦ Síntomas de aireación deficiente
- ♦ Diferencias en la tolerancia al anegamiento
- ♦ Concentración limitativa de oxígeno
- ♦ bióxido de carbono
- ♦ la aireación y la estructura de la raíz

3.7.3 La temperatura del suelo: las temperaturas bajas harían que las raíces reduzcan su metabolismo, a la vez reducirían la absorción del agua, puede a la vez afectar la anatomía y la diferenciación de las raíces. Las especies de climas calientes dejan de crecer a temperaturas elevadas que las que proceden de climas fríos. Las temperaturas elevadas pueden limitar gravemente el crecimiento de la raíz, y las temperaturas de suelos expuestos pueden subir lo suficiente para lastimar o matar las raíces. Los cambios de temperatura producen cambios o diferencias morfológicas en las raíces, para el caso de temperaturas óptimas para el crecimiento de la raíz a corto plazo deben ser superiores a 20° C, siendo, más elevadas que las temperaturas habituales del suelo.

3.7.4 Minerales y pH: La inhabilidad, por parte de la raíz de penetrar en ciertos suelos, esta en relación con la disponibilidad de nutrientes que con la resistencia mecánica o aireación deficiente, indicando que aunque se encuentre suave el terreno no incursionaría en profundidad al menos que se le incorpore alimentos. Los minerales que influyen directamente sobre el crecimiento de la raíz son el calcio y el boro.

El pH, por otra parte tiene poca influencia sobre el crecimiento de las raíces, lo únicos efectos son que los nutrimentos se vuelvan inasequibles o en el no aumento de solubilidad de elementos tales como aluminio o el magnesio hasta que concentraciones de estos se vuelvan tóxicos.

3.7.5 La luz: la simple exposición a la luz puede generar un efecto de formación de clorofila o afectar el funcionamiento de la misma.

3.7.6 Competencia e interacción de las raíces: la competencia de la raíz tiende a reducir el crecimiento de la raíz que el crecimiento del vástago, otra de las causas es la competencia por el nitrógeno. Por otra parte se sugiere que las plantas crecen más grandes que las adyacentes, mientras inhiben el crecimiento de las plantas contiguas (nogal negro *Juglans nigra*). Los efectos perjudiciales de una planta, sobre otra, pueden atribuirse a las siguientes razones: el vaciamiento del agua o de los minerales por el primer cultivo, el desprendimiento de sustancias tóxicas de sus raíces u hojas y por último, a la producción de sustancias tóxicas durante su descomposición (Kramer, 1989).

3.8 Humedad en el suelo

Para poder llevar a cabo el proceso de transpiración, las plantas parecen tomar agua del suelo a través de sus raíces, desde aquella parte donde la humedad disponible es mayor, de acuerdo con factores edáficos y climáticos del suelo. Este comportamiento en la absorción de agua por las plantas, parece estar relacionado igualmente con la distribución de las raíces finas en el suelo, en el sentido de que una mayor cantidad de raíces puede absorber una mayor cantidad de agua, si las variables como son la humedad del suelo y factores climáticos se vuelven constantes (Tobón et al, 2000).

Entre los factores edáficos de mayor relevancia se encuentra el contenido de humedad del suelo como el de mayor importancia en el desarrollo y distribución de las raíces, influenciando al crecimiento de las plantas (Morales, 1997).

Generalmente la mayoría de los árboles crecen en mejor condición si los suelos están con una humedad disponible alta, es decir, cercana a la capacidad de campo y con una buena aireación. Igualmente si dicha humedad se encuentra en aquellas capas del suelo donde se concentra la mayor cantidad de raíces finas. Por el contrario un exceso de agua puede provocar una deficiencia de oxígeno y una acumulación de dióxido de carbono, generando una reducción de crecimiento de raíces y a la postre la muerte de la planta (Pritchett, 1990).

Cabe destacar que no solo la humedad del suelo afecta o favorece el crecimiento de las raíces, ya que hay que considerar los efectos en el desequilibrio químico del suelo, como son los cambios del pH del suelo. Un pH bajo del suelo puede inhibir el crecimiento de las raíces debido a la toxicidad del mismo con ión hidrógeno. Por otra parte la inhibición más común del crecimiento de las raíces se debe a la toxicidad del aluminio, cuya solubilidad está correspondida con la acidez del suelo. (Pritchett, 1990)

IV METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del sitio de estudio

Las áreas que fueron escogidas para el estudio se encuentran a 120 Km. al norte de San José, cerca de la reserva de Santa Elena. Se establecieron dos sitios de estudio, en el cantón de Monteverde, provincia de Puntarenas, específicamente, en la cuenca alta del río Caño Negro, cerca del poblado de San Gerardo (de 10.35019° N y 84.79681° O a 10.35944° N y 84.80173° O) y el otro en la cuenca del Río Chiquito, perteneciente al cantón de Tilarán, en los distritos de Quebrada grande; Río Chiquito (10°25'35" N y 84°52'26" O), las Nubes (10.35497° N y 84.83392° O) y los Patios (10°25'15" N y 84°54'02" O) y el de Tilarán centro, abarca el poblado de dicho nombre, pertenecientes a la provincia de Guanacaste, dentro de la Cordillera de Tilarán y presenta un rango de elevación desde los 920 hasta 1850 m.s.n.m. (Kappelle y Brown, 2001).

Los sitios de estudio se ubican en dos secciones: el primer sitio se localiza en la parte alta del Río Caño Negro y la otra sección sobre la cuenca del Río Chiquito. Dentro de la cuenca del Río Chiquito se trabajaron tres sub-sectores: Las Nubes, cerca del observatorio de sismología (Patio) y en el poblado de Río Chiquito.

Según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1993), dentro del área de estudio se encuentran las siguientes zonas de vida:

Bmh-p: (Bosque muy húmedo Premontano).

Bp-P: (Bosque Pluvial Premontano.)

Bp-Mb: (Bosque Pluvial Montano Bajo)

Según el mapa de zonas de vida (ICE, 1993), para el caso de la parte alta de la cuenca del Río Caño Negro, se encuentran dos zonas de vida: Bp-MB, para la sección del bosque y la parte de los pastos o potreros. La cuenca de Río Chiquito se clasifica como Bmh-MB, en el sector de las nubes y en Patio, que se encuentra cerca de la estación de observación sismográfica de Tilarán (ubicada a 7 Km. al sur de Tilarán). El área del poblado de Río Chiquito se clasifica como Bmh-P. Para cada una de estas áreas se realizaron dos muestreos.

Dentro de la Reserva de Bosque Nuboso Monteverde se distingue un robledal entre el ámbito de 18 a 25 m de altura, este es caracterizado por poseer las especies de *Quercus corrugata* y *Q. seemannii.*, aunque también se encuentran las especies de *Q.brenesii* y *Q.insignis.* (Kramer, 1989)

Entre otras especies presentes en esta zona se tiene el *Billia hippocastanum*, *Brunellia costaricensis*, *Dendropanax arboreus*, *Weinmannia pinnata* y *Zanthoxylum melanostictum*, además de 47 familias, con 83 géneros y 114 especies en un área de estudio de 4 ha en Monteverde (Kramer, 1989).

4.2 Caracterización biofísica

4.2.1 Clima

En la figuras 1 se observan las condiciones climáticas (precipitación y lluvia) para la región de Tilarán y Monteverde en los últimos 30 años, encontrando que los períodos de mayor sequía en Tilarán van de los meses de febrero a abril y en Monteverde ocupa los meses de los meses de marzo y abril luego comienza el período de lluvias para ambos sitios hasta obtener la máxima en los meses de junio y setiembre, con un veranillo en el mes de julio en ambas regiones , presentándose los períodos más secos para el estudio, que abarcaron de febrero a marzo.

En el caso de las temperaturas, la máxima alcanzada para Tilarán fue en abril al registrar 28,8° C en abril y una mínima de 18,6° C en enero. Para el caso de Monteverde la más alta de 22,9 en marzo y la una mínima de 13,9° C en enero. (IMN 2003)

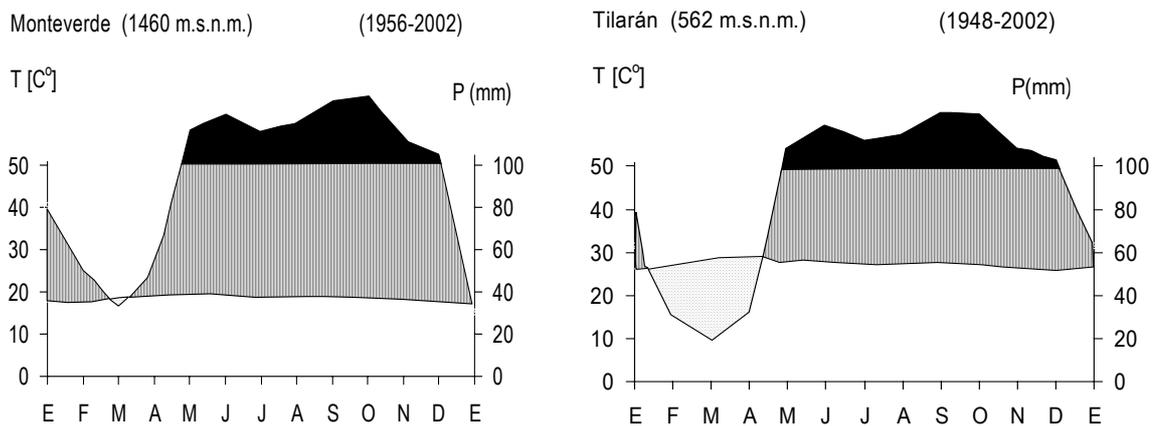


Figura 1. Climagrama según H. Walter y H. Lieth, para en área de Monteverde y Tilarán de acuerdo con el IMN. 2003

En cuanto a la precipitación, los valores más altos se registran sobre la mayor parte de los sitios analizados, oscilando entre los 3000 y 4500 mm anuales, por el contrario el poblado de Río Chiquito presenta los menores valores de precipitación: 2000 a 3000 mm anuales (Ortiz y Cordero, 2000).

4.2.2 Suelos del área de estudio

Dentro de los sitios de estudio se encuentran suelos pertenecientes a los órdenes Inceptisol y Andisol: los Andisoles son suelos formados o derivados por deposición del material volcánico, son profundos dependiendo de la magnitud y su coloración es oscura o pardo oscura.

De acuerdo con los trabajos de Gómez (1986), los bosques de montaña se relacionan con *Typic Dystrandept*, *Typic Placandept* y *Andic Humitropept* asociado con *Entic Dystrandept* y *Andic Tropohumult*, generalizado como *Andosoles*.

En las partes altas y medias los suelos se desarrollaron sobre ceniza, originadas por los volcanes de la Cordillera Volcánica. La arcilla que más domina es la alófana, como producto de la descomposición de la ceniza volcánica. Estos suelos son muy susceptibles a la compactación, son suelos con textura franco-arenosa o más gruesa. También existen ciertos puntos con textura franco-limosa o franca y con una fertilidad moderada. Son suelos oscuros, profundos y ricos en material orgánico, con textura mediana, baja fertilidad y drenaje excesivo (Kramer, 1989).

Estos suelos por debajo de la cobertura del bosque son ácidos, tienen valores de pH que oscilan entre 3,7 a 5,5 a profundidades de 15 cm, y pueden variar esencialmente a cortas distancias (Kramer, 1989).

En estos suelos no existe un material predominante ya que es una mezcla de varias arcillas y minerales primarios, además, para el sector de Río Chiquito se presenta otro tipo de suelo, perteneciente a un grupo muy especial (*Hydrandept*) que se destaca por tener una alta humedad y que tiene su origen en suelos *Inceptisoles* (Ortiz y Cordero, 2000).

4.3. Contexto general del sector de Río Chiquito

4.3.1 Ubicación y características físicas

El Sector Río Chiquito se localiza en la parte suroeste de la cuenca. Cubre una extensión de 8 749 hectáreas equivalentes al 17,48% de la superficie de la misma. Dentro de sus límites se ubican las comunidades de Río Chiquito, y San Pedro, pertenecientes al distrito de Tronadora y Las Nubes perteneciente al distrito de Quebrada Grande, todos del cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste. El Sector cuenta con una población aproximada de 297 habitantes.

Se caracteriza por prevalecer la ganadería como la actividad más importante; cuenta con vías de comunicación en mal estado; una población dispersa; un potencial turístico limitado por el acceso; y escasez de fuentes de trabajo. Climáticamente se caracteriza por contar con menos de un mes seco; vientos con velocidades de 0 - 30 km/hora; y una precipitación que oscila entre los 2 500 y 3 500 mm anuales.

4.3.2 Áreas silvestres protegidas

Aquí se localiza parte de la Zona Protectora Arenal-Monteverde, que comprende 743 ha y equivale al 8,49% de la superficie del Sector. Esta sección posee un valor hidrológico importante, ya que protege la parte alta de la subcuenca del Río Chiquito; además de presentar un gran potencial eco turístico como por ejemplo del Monte de los Olivos.

4.3.3 *Riesgos naturales*

Debido a condiciones fisiográficas y geomorfológicas este sector presenta:

- ✓ Alto riesgo sísmico
- ✓ Moderado riesgo volcánico
- ✓ Alta concentración de deslizamientos locales
- ✓ Alta tendencia a los procesos de soliflucción

Las características anteriores limitan el desarrollo urbano y turístico de la zona, y favorecen problemas de erosión por el uso actual de la tierra y el mal manejo del sector (Atlas Continental, 2003).

4.4. *Muestreo de la biomasa y densidad aparente*

Los ensayos se ajustaron a un diseño simple aleatorio, se realizaron 2 muestreos de raíz por cada calicata, en cada clase de suelo y uso de los suelos (bosque y pastos). En cada caso, las calicatas fueron obtenidas previamente por medio de la selección al azar en el campo.

En los puntos escogidos se procedió a extraer las muestras de suelo a partir de mediados de febrero y hasta inicios de abril, coincidiendo con la época seca. Se extrajeron dos muestras por cada calicata. Para la extracción de las muestras se procedió de la siguiente manera:

- Se ubicaron los puntos de muestreo cerca de los troncos de los árboles (no menos de 50 cm).
- Se realizó una limpieza superficial de la vegetación, para poder hacer la excavación o calicata.
- Se cavó una calicata (de 1,0 x 1,0 x 1,0 m) para obtener las muestras de suelo en uno de sus costados.

- Se tomaron muestras repetidas de suelo utilizando anillos metálicos de 10 cm. de largo por 10 cm. de diámetro. Estas muestras de suelo se tomaron cada 10 cm de profundidad hasta un metro, o hasta aquella profundidad en la cual el contenido de raíces finas se hiciera menor al 2% del total de raíces. Si el contenido de raíces era mayor al 2% a un metro se continuaba con la extracción de muestras hasta llegar a una profundidad máxima de 1,5 m.

El procedimiento que se siguió para la obtención de la biomasa de raíces contempló las siguientes etapas: a) sub.-muestreos b) lavado y decantación de la muestra c) conteo d) pesaje y secado.

- Submuestreo: las muestras de suelo se extrajeron utilizando un tubo de acero de 10 cm de diámetro y 10 cm de largo, con filo en una de sus bocas. Cada cilindro de suelo obtenido fue dividido longitudinalmente en dos partes aproximadamente iguales, para así obtener dos submuestras lo más homogéneas posibles, las cuales fueron rotuladas de acuerdo con la profundidad analizada.
- Lavado y decantación de la muestra: cada muestra se colocó en una malla para lavarla en agua durante un período de tiempo suficiente para liberar el suelo retenido. Luego se agitaron para obtener una adecuada suspensión de las partículas en el agua. Posteriormente, se separaron las raíces del suelo por medio de una malla o colador tamiz número 100, para poder separar las diferentes dimensiones de raíces en dos categorías: menores a 6 mm y de los 6 mm hasta los 10 mm, como máximo en diámetro.

Una vez extraídas las raíces por cada una de las categorías y de cada una de las profundidades, se procedió a pesarlas por separado en estado húmedo, para luego llevarlas a un horno de secado por 24 horas, a una temperatura de 70 °C. Después de su secado, cada muestra fue pesada (peso seco), lo que permitió establecer la cantidad de biomasa seca y su contenido de humedad, basándose en la ecuación de Pire (1986), para la cuantificación de biomasa y humedad:

Determinación de la biomasa de raíces finas y su contenido de humedad

$$1. CH \% = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100$$

Donde:

CH %: Contenido de humedad

Ph: Peso húmedo de la muestra

Ps: Peso seco de la muestra

Con el contenido de humedad se calcula la proporción del peso húmedo que corresponde a biomasa:

$$2. B = \frac{Pntb}{1 + (CH / 100)}$$

Donde:

B: Biomasa seca (g)

Pntb: Peso húmedo total de la biomasa

CH: Contenido de humedad

La humedad gravimétrica se midió a partir de la relación de la masa de agua en proporción a la masa de suelo seco, pudiendo ser expresada como fracción; se calculó aplicando la siguiente fórmula (Henríquez, 1999):

$$3. \% Hg: \frac{M(\text{suelo}) - M(\text{suelo seco } 110^\circ \text{ C})}{M(\text{suelo seco } 110^\circ \text{ C})} * 100 = \frac{M(\text{agua})}{M(\text{suelo})} * 100$$

M: Masa

4.5. El efecto de cobertura (bosque y pasto) sobre la biomasa de raíces

El efecto de la cobertura sobre la distribución de las raíces se comparó para cada uno de los estratos del suelo y tipo de cobertura (pasto o bosque). Para la determinación de la densidad aparente de cada horizonte del suelo se procedió al cálculo de los valores de biomasa seca para cada una de las profundidades del suelo estudiadas en cada tipo de suelo y para cada uso del suelo (bosques y pastos). Se establecieron las diferencias de la densidad del suelo en cada punto de muestreo y horizontes de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad aparente (Ps): } \frac{\text{Masa del suelo (Peso seco g.cm}^{-3}\text{)}}{\text{Volumen aparente del suelo}}$$

Para el cálculo del volumen de las muestras, se utilizó un cilindro para extraer raíces, con dimensiones de 10 x 10 cm, que equivaldrían a 849 cm³ aproximadamente. Una vez retiradas del suelo se conservaron aparte para pesarlas y luego llevarlas al horno para conocer la cantidad de agua.

La densidad aparente se obtuvo en cada punto medio de los horizontes estudiados, buscando tener el centro de cada horizonte y en una profundidad donde se podía percibir la diferencia entre estos. Luego, se establecieron las correspondientes diferencias entre cada una de las coberturas en estudio, con estos datos se realizó una comparación entre cada tipo de horizonte, basándose en los promedios.

4.6. Análisis de datos

Una vez terminados los trabajos anteriores se estableció la relación de abundancia de raíces contra densidad aparente, para ello se estableció una comparación por horizonte para cada punto de muestreo y tipo de cobertura, luego se platearon curvas para analizar las relaciones de profundidad con respecto a biomasa promedio y densidad aparente, para cada tipo de cobertura y tipo de suelo.

4.7. Análisis de calidad para cada tipo de suelo

Una vez hechos los trabajos en cada cobertura, se realizaron las comparaciones de cada tipo de suelo vrs la cobertura en los sitios analizados, trabajando con los promedios generales para cada tipo de suelo clasificado, dentro de los sitios de estudio como sigue a continuación:

- Se realizó una comparación por cada tipo de suelo y cobertura separándolo por cada sitio analizado (Río Chiquito y Caño Negro).
- Se estableció para cada sitio el análisis por cobertura vrs biomasa de raíces finas por profundidad.
- Se analizó la influencia de la densidad aparente en relación con la humedad relativa en el suelo, por sitio.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Distribución de raíces en los suelos, basada en la cantidad de biomasa y el porcentaje de abundancia de raíces finas a diferentes profundidades.

5.1.1 Porcentaje promedio de raíces finas a diferentes profundidades del suelo

A continuación, para comprender la distribución porcentual de las raíces finas conforme aumenta la profundidad, se presentan dos figuras, una corresponde a bosque y la otra a potrero. En estas se graficó el comportamiento del porcentaje de raíces finas conforme aumenta la profundidad, para cada sitio muestreado (En la parte alta de Caño Negro y en Río Chiquito).

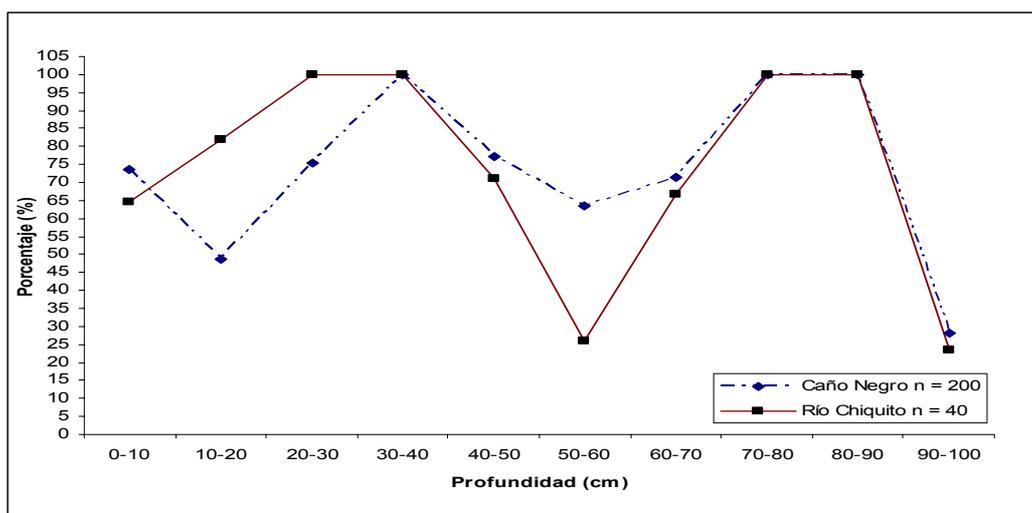


Figura 2. Distribución de los porcentajes promedio de raíces finas a diferentes profundidades en los bosques de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003

En la figura 2, conforme aumenta la profundidad del suelo en el bosque, se observa un incremento en el porcentaje de raíces finas hasta los 30-40 cm, a partir de este punto comienza a presentarse una disminución, más notoria en Río Chiquito que en Caño Negro, en donde el punto más bajo estará en 30 % de raíces finas. Luego desde los 30 hasta los 90 cm nuevamente comenzará a aumentar el porcentaje de raíces finas y una vez pasado este punto decaerá hasta un 20% de raíces finas a los 100 cm de profundidad.

Como observamos a continuación en la figura 4, tanto en los potreros de Caño Negro como de Río Chiquito hay un dominio en la cantidad de raíces finas sobre las gruesas, principalmente en el caso de Caño Negro, donde prácticamente los porcentajes son del 100 % para todas las profundidades. En Río Chiquito, para los rangos de 20 a 30 cm y de 40 a 50 cm de profundidad hay un descenso en el porcentaje de raíces finas.

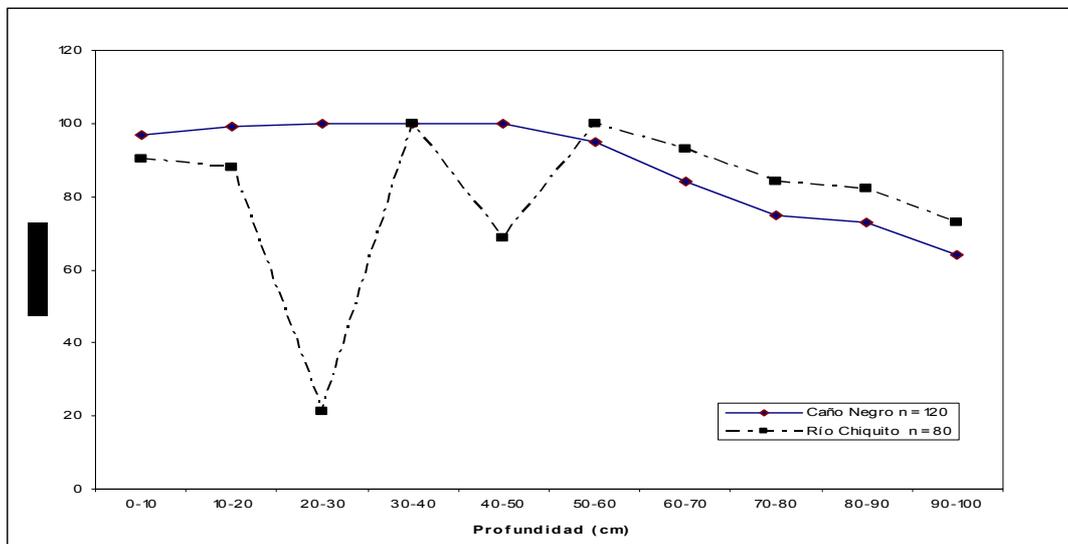


Figura 3. Distribución de los porcentajes promedio de raíces finas (< 6 mm) a diferentes profundidades en los potreros de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003

Tanto en la figura 2 como en la 3, se observan fluctuaciones en el porcentaje de raíces finas. Estas fluctuaciones pueden deberse a factores como un alto pH del suelo, que impide la absorción de elementos esenciales para el crecimiento de las raíces, como el boro y el calcio; además, la descomposición de las raíces genera sustancias que inhiben el crecimiento de otras raíces cercanas (Kramer, 1989). Por otro lado, la baja significativa en el porcentaje de raíces finas en algunas profundidades, como por ejemplo, entre los 20 y 30 cm y luego de 40 a 50 cm en los suelos bajo potreros en Río Chiquito, podrían explicarse debido al tipo de forraje que se presenta en estos sitios de muestreo, algunas combinaciones de especies de forraje (estrella africana *Cynodon nlemflensis* y kikuyo *Pennisetum clandestinum*) pueden presentar raíces por encima de los 6 mm de grosor. En Caño Negro existe un solo tipo de zacate (estrella africana) que tiende a poseer raíces inferiores a 6 mm, por eso en este sitio encontramos porcentajes de abundancia de raíces finas disminuyendo hasta un 70 %, para el resto de las profundidades.

5.2. Distribución de biomasa promedio a diferentes profundidades del suelo

En los gráficos que enseguida se presentan se analizó la biomasa promedio a diferentes profundidades, tanto en bosque como en potrero. Se muestra el comportamiento de la biomasa promedio de las raíces finas conforme aumenta la profundidad, para cada sitio muestreado (En la parte alta de Caño Negro y en Río Chiquito).

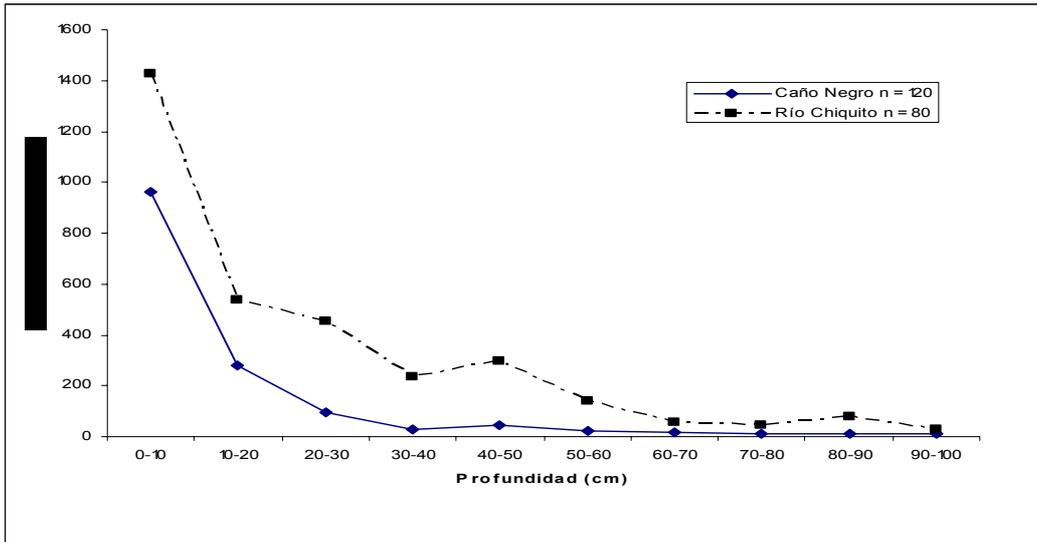


Figura 4. Distribución de biomasa promedio de raíces finas a diferentes profundidades en los bosques de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003

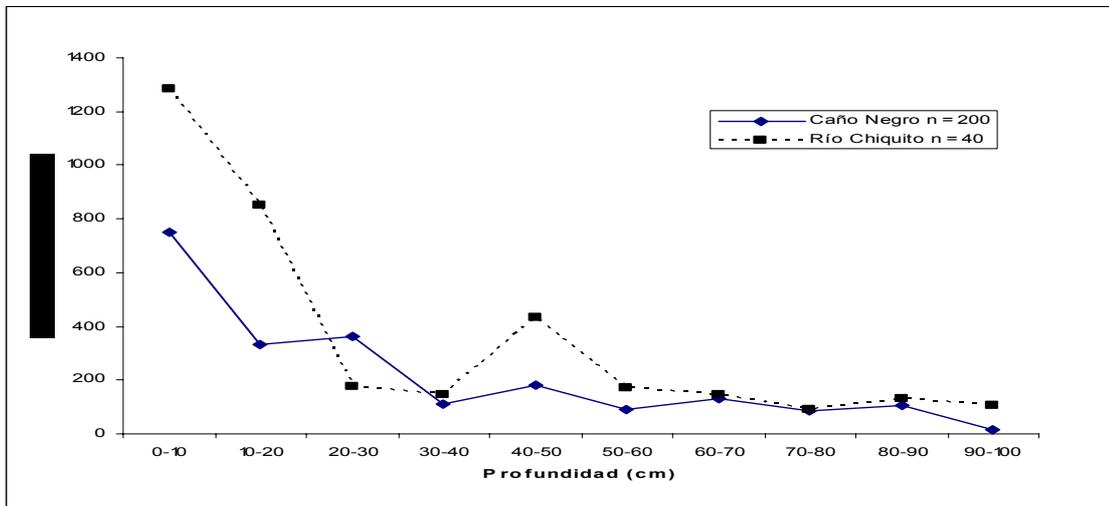


Figura 5. Distribución de biomasa promedio de raíces finas a diferentes profundidades; en los potreros de Caño Negro, Monteverde y Río Chiquito, Tilarán. 2003

En las figuras 4 y 5 se observa una tendencia a la disminución de la biomasa conforme aumenta la profundidad. Se da un leve aumento de la biomasa sobre el rango de los 40 a 50 cm de profundidad a causa de una capa de ceniza volcánica, que incrementa el espacio poroso del suelo y que podría incrementar el desarrollo de las raíces finas en estos puntos, luego continúa el descenso hasta que la biomasa desaparece cerca de los 100 cm de profundidad.

Para el caso de Río Chiquito se tiene una mayor cantidad de biomasa promedio que en Caño Negro para ambas coberturas y todas las profundidades, con la excepción de que para el bosque en la profundidad de 20 a 30 cm es mayor la cantidad de biomasa promedio en Caño Negro que en Río Chiquito.

5.3. Variación de la densidad aparente en función de la profundidad del suelo

En los gráficos que a continuación se presentan, se muestra un análisis de la densidad aparente a diferentes profundidades, tanto en bosque como en potrero (En la parte alta de Caño Negro y en Río Chiquito).

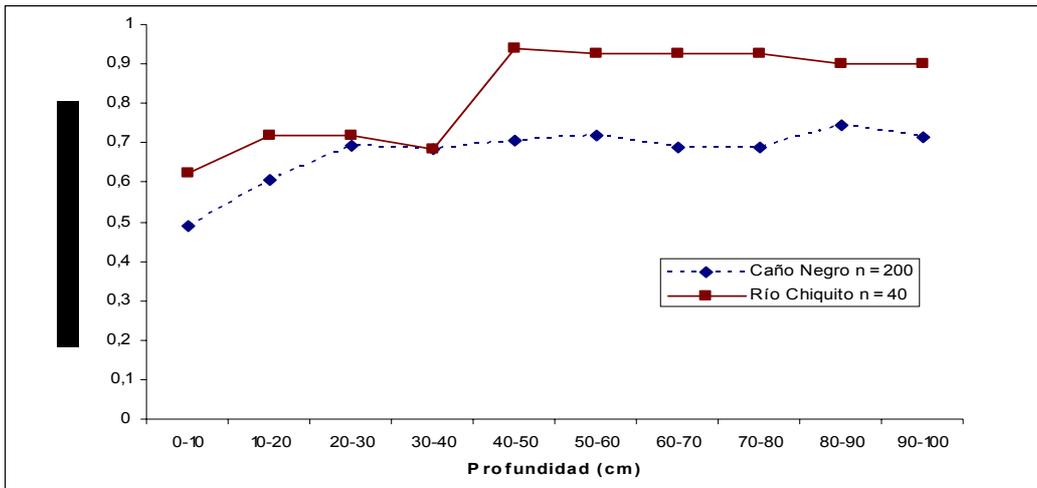


Figura 6. Distribución de la densidad aparente en relación con la profundidad para el bosque, en Caño Negro y Río Chiquito

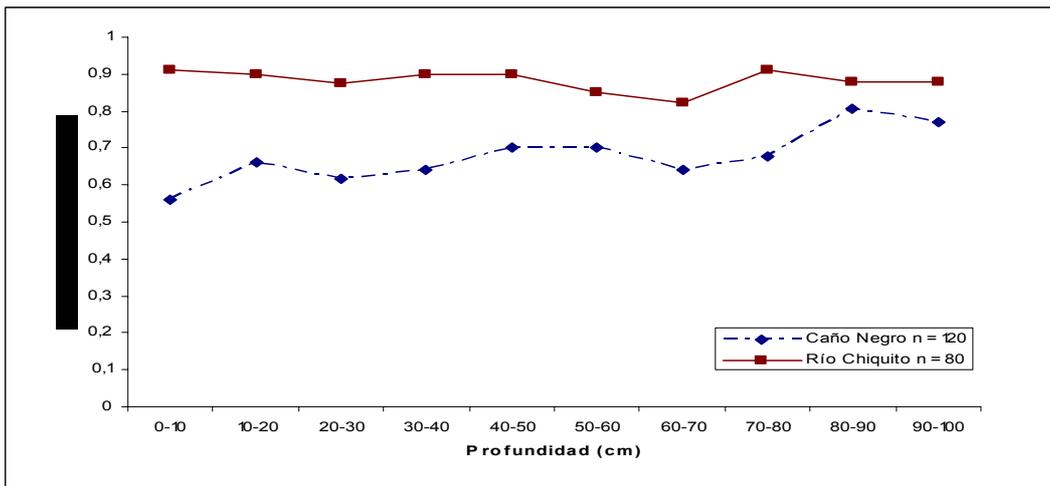


Figura 7. Distribución de la densidad aparente en relación con la profundidad para el potrero, en Caño Negro y Río Chiquito

En las figuras 6 y 7 se observa una tendencia al incremento de la densidad aparente conforme aumenta la profundidad. En el bosque de Río Chiquito, para el ámbito de 20 a 50 cm, existe una disminución de la densidad aparente, generada por la irregularidad de las densidades aparentes del suelo. Además, en el poblado de Río Chiquito se presentó una capa muy fina de arena volcánica de los 25 a 35 cm de profundidad, esta capa era menos notoria en los demás puntos de muestreo de la cuenca. A partir de los 40 a 50 cm y hasta los 100 cm, la profundidad se mantiene casi invariable entre el rango de 0,9 a 1 (gr.cm-3).

En los potreros de Río Chiquito se mantiene una densidad aparente entre 0,8 y 0,9 (gr.cm-3). En el caso de los potreros de Caño Negro la densidad aparente de los 0 a los 10 cm es de 0,55 (gr.cm-3), con una máxima en 0,8 (gr.cm-3) en la profundidad de 80 a 90 cm.

Para ambos casos, en Río Chiquito los valores de densidad aparente son mayores conforme aumenta la profundidad en comparación con Caño Negro.

5.4. Variación de la densidad aparente en relación con la humedad gravimétrica

A continuación, para poder indicar hasta qué grado están asociadas las variables de humedad gravimétrica y densidad aparente se presentan dos figuras, una que corresponde a bosque y la otra a potrero. En estas se plotearon las curvas de mejor ajuste para regresiones lineales, por cada sitio muestreado (En la parte alta de Caño Negro y en Río Chiquito).

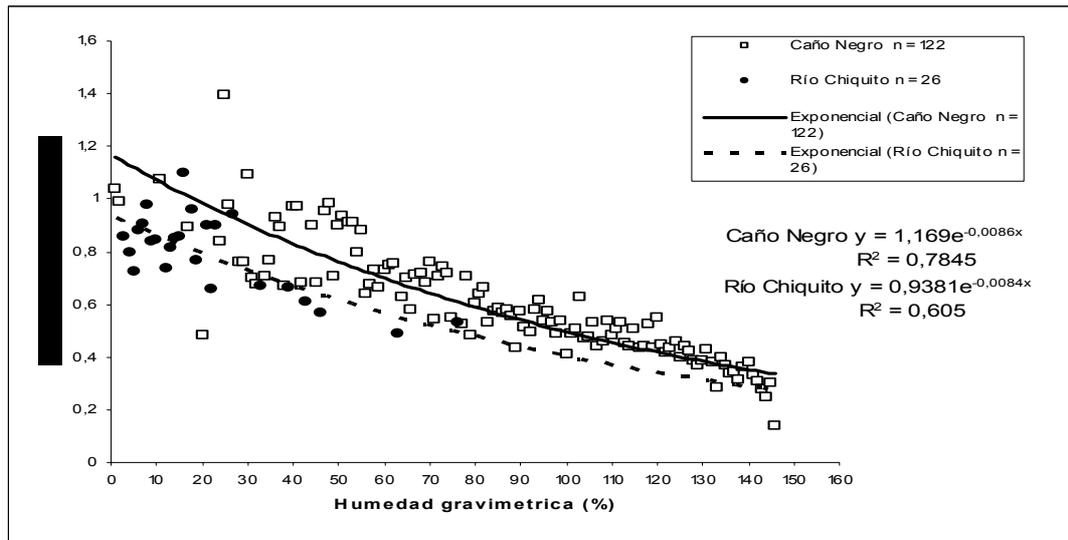


Figura 8. Distribución de la humedad gravimétrica de acuerdo con la densidad aparente del suelo en el bosque para Caño Negro y Río Chiquito, 2003

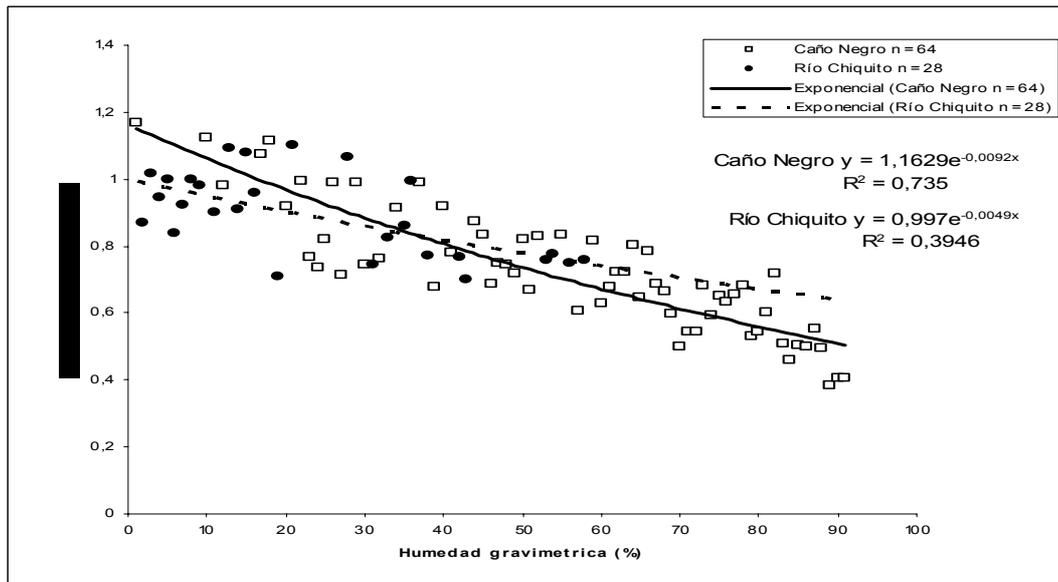


Figura 9. Distribución de la humedad gravimétrica de acuerdo a la densidad aparente del suelo en el potrero para Caño negro y Río Chiquito. 2003

Como podemos observar en las figuras 8 y 9 existe una tendencia entre la humedad gravimétrica y la densidad aparente, en la cual conforme la densidad aparente aumenta, disminuye la humedad gravimétrica.

Sin embargo, los coeficientes de variación (r cuadrados) indican que la humedad gravimétrica no es la única variable que influye sobre la densidad aparente, en este caso deberá considerarse el efecto de otras variables como: la estación del año, precipitación y la capilaridad de los poros. Según Pritchett (1990) la compactación por maquinaria o carga animal, o las perturbaciones, cuando están húmedos, aumentarán la densidad aparente del suelo, sobre todo en los de textura fina.

VI CONCLUSIONES

- Existe una mayor abundancia de raíces finas en el bosque que en el potrero, para la cuenca de Río Chiquito y la de Caño Negro, en referencia a los sitios de muestreo.
- Hay una mayor cantidad de raíces finas que de raíces gruesas en los potreros estudiados, en el bosque la situación es más irregular.
- En todos los sitios estudiados, conforme aumenta la profundidad disminuye la cantidad de biomasa promedio.
- En todos los sitios estudiados, conforme aumenta la profundidad del suelo se incrementa la densidad aparente, con excepción de los potreros de Río Chiquito, donde los valores tienden a mantenerse constantes.
- La presencia de la toba puede generar un mayor espacio para la distribución de las raíces en el suelo, especialmente en el pasto de ambas áreas analizadas.
- La textura granulada (arenas) del suelo es un factor que facilita el desarrollo de las raíces finas.

VII RECOMENDACIONES

- Investigar detalladamente que está ocurriendo de los 20 a los 30 cm. con respecto a la textura del suelo en bosque y en potrero
- Incorporar un análisis químico del suelo, además de otras variables sobre raíces, como por ejemplo: longitud de raíces, porcentaje de raíces vivas y muertas, número de intersecciones, en los estudios futuros.
- Realizar las mediciones dentro de un diseño experimental que permita comparar estadísticamente sitios, coberturas y profundidades de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSIN, O. E; OYHAMBURU, E. A; HOFFMANN, M. C. VECCHIO & M. C. FERRAGINE. 1998. "Distribución de raíces en pastizales naturales y pasturas cultivadas de La Pampa Deprimida Bonaerense y su relación con la biomasa forrajera". **Revista de la Facultad de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.** Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Argentina. 103 (2): 141-148.
- BERTSCH, F. 1995. **La fertilidad de los suelos y su manejo.** Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. UCR. San José. C.R. p.55-57
- COSTA RICA. INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD. 1993. **Mapa ecológico de Costa Rica.** Hoja Cartográfica de San José. Según Sistema de Clasificación de Zonas de Vida del mundo de CR. Holfridge. San José Esc. 1:200000
- DENYER, P; KUSSMAUL, S. 2000. **Geología de Costa Rica.** Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. 1990. **Las necesidades de agua de los cultivos.** Riego y Drenaje número 24. FAO. Roma. p 95-97.
- GAVANDE, S. A. 1985. **Física de suelos. Principios y aplicaciones.** . Editorial Limusa. S.A. México. D.F. p. 182-189.
- GÓMEZ, L. D. 1986. **Vegetación y clima de Costa Rica.** Vol. 1. San José, EINED. p 327.
- GUARIGUATA, M; CATAN, G. 2002. **Ecología y conservación de los Bosques Neotropicales.** Cartago. Ediciones LUR. p 168-177
- HENRÍQUEZ, H. C. 1999.**Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola.** San José, Costa Rica. ACCS. p.42
- HERTEL, D; LEUSCHNER, C. 2002. "A compararison of tour different fine root production estimates with eosystem carbon balance data in a Fagus-Quercus mixed forest". **Plant and Soil.**Göttingen. Germany. 200: 237-251.
- Información Referente al Atlas Continental 2003 [última página visitada].. en lo referente al uso del suelo. La economía de la zona .en los poblados de Río Chiquito, San Pedro, Las Nubes y Silencio ... alta de las subcuencas de Río Chiquito, Caño Negro y Aguas Gatas.
www.igeofcu.unam.mx/atlas/costarica/pagi...oeconomica2.htm (21 Jul 2003)
- INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL. 2003 Datos de Precipitación y temperatura de las estaciones de Monteverde y Tilarán, Elaborado por Erak.

- Kappelle, M; Brown, A. 2001. **Bosques Nublados del Neotrópico**. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. INBIO. p. 704.
- Kramer, P. J. 1989. **Relaciones Hídricas de suelo y planta : una Síntesis moderna**. McGraw-Hill, Trad. Leonor Tejada. Editorial Harla. México. p 137,152-166.
- Ortiz, M; Cordero,S. 2000. Atlas de Costa Rica. CD Rom. ITCR.
- MURACH. D; RUHIYAT. D; ISKANDAR AND SCHULTE, A. 1998. **Fine root inventories in Dipterocarp forests and plantations in East Kalimantan, Indonesia. Forest soils in the humid tropics**. Characteristics, ecology and management, Springer, Berlin, Heidelberg, New York. p: 186-191.
- Nambiar, E.K., Sadanandan and Brown, Alan G. 1997. **Management of soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests**. ACIAR Monograph No. 43. Australia. p 248-278.
- Navarro, E. 1994. **Física de suelos**. Con Enfoque Agrícola. Trillas. México, México D. F. p. 88-90.
- Núñez, S. J. 1996. **Manual de laboratorio de edafología**. San José. Costa Rica. EUNED. p. 31-40.
- SÁNCHEZ, P.A. 1991. **Suelos Tropicales. Características y manejo**. Trd. Heriberto Camach. IICA. San José. Costa Rica. p. 110-113.
- MORALES, R. E. 1997. Apuntes metodológicos para el estudio de raíces en plantaciones forestales y bosques naturales *In* SIMPOSIO INTERNACIONAL "Posibilidad de Manejo Forestal Sostenible en América. Tropical". Santa Cruz de la Sierra, 15-20 de Julio 1997. Bolfor. p. 42- 48.
- PIRE, C. R. 1986. "Densidad longitudinal de raíces y extracción de humedad en un viñedo en el Tocuyo". **Agronomía Tropical**. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Instituto de la Uva. Venezuela. 35(1- 3): 5-20
- PRITCHETT, W. 1990. **Suelos forestales**. Propiedades, conservación y mejoramiento. Jonh Wiley. & Sons. Editorial Limusa, S.A. México. D.F. p 132-213.
- TOBÓN , M; BOUTEN, W. AND DEKKER, S. 2000. "Forest floor water dynamics and root water uptake in four forest ecosystems in Northwest Amazonia". **J. of Hydrol**. Vol 237, 169-183.
- TOBÓN ,M. 1999. **Monitoring and modelling hydrological fluxes in support of nutrient cycling studies in Amazonian rain forest ecosystems**. Tropenbos series 17, Wageningen, the Netherlands. Ph.D. dissertation, University of Amsterdam. p. 169

VOGT, K; VOGT, D. AND BLOOMFIELD, J. 1998. "Analysis of some direct and indirect methods for estimating roots biomass and production of an ecosystem level". **Plant and Soil** 200: 71-89.

Walter, H. and H, Lieth. 1960. **Climagram-welatlas**. Gustav Fischer Verlag, Jena.

APÉNDICE

Apéndice 1. Caracterización de las propiedades físicas del suelo

De acuerdo con las observaciones de campo se determinaron diferencias entre cada tipo de suelo, como por ejemplo en el bosque de Caño Negro, con tres tipos de suelos.

En el cuadro 1. se hace una descripción de los tipos de suelos encontrados tanto en los sitios en la parte alta de Caño Negro como en la región de Las Nubes, Patios del distrito de Tronador y en Río Chiquito del Cantón de Tilarán.

Cuadro 1. Descripción de los tipos de suelo encontrados en las áreas en estudio analizadas

| Suelos | Total de calicatas por cada tipo de suelo | Características |
|---|---|---|
| Suelo 1 profundo sin presencia de arcilla | 18 | El suelo está conformado de 5 a 6 capas, ordenadas de la siguiente forma: OH Capa orgánica en suelo de 0-10 cm. At Capa Franco-limosa Tb. Capa Arenisca o Toba ² de Fina a media (0.2 mm a 2 mm). Ab Franco-Arcillosa Bw Franco-arenosa. |
| Suelo 2 poco profundo con abundancia de arcilla | 2 | Se encuentra compuesto por: OH Capa orgánica en suelo de 0-15 cm. At Capa Franco-limosa Tb. Capa Arenisca muy fina o poca presencia en el suelo. Ab Franco-Arcillosa Bw Presencia de arcilla compactada, generalmente después de los 50 cm de profundidad. |
| Suelo 3 poca presencia de arcilla | 2 | Suelo compuesto por solo 4 capas en el suelo, además de una leve presencia de arcilla. OH Capa orgánica en suelo de 0-15 cm. At Capa Franco-limosa Tb Capa Arenisca muy fina o poca presencia en el suelo. Bw Franco-arenosa |

Nota:

OH Capa Orgánica, para los primeros centímetros del suelo.

At Capa A₁ en su mayoría por Franco-limosa.

Tb. Capa Tobasica (arena volcánica), generada por actividad volcánica 2Ma

Ab Capa A₂ Leve capa asentamiento de suelo antes de un grande actividad volcánica.

Bw Capa compuesta por materia franco arcillosa a franco arenosa.

² Son depósitos de cenizas volcánicas que al encontrarse en climas húmedos o en áreas en las que las cenizas caen al agua, provocan una cementación de la toba, volviéndola una roca blanda y porosa.

Tipos de Suelos

Suelo 1: Suelo profundo sin presencia de arcilla

Se encuentra conformado por una capa de material tobásico (arena volcánica, denominada como ceniza), generada por la actividad volcánica (Volcán Arenal o Chato) de la zona. Este tipo de suelo predomina en la zona de pastos, donde las partículas pueden alcanzar tamaños cercanos a los 2 mm y en un menor grado en el bosque, donde se presenta en dos capas, al igual que la materia orgánica, mayormente observada en este tipo cobertura (Bosque).

Suelo 2: Suelo poco profundo con abundancia de arcilla. La arcilla apareció a partir de los 50cm de profundidad sobre el resto de los horizontes hacia abajo, es compacta, generando una mayor dificultad para la penetración de las raíces del suelo, por lo general está compuesta de material franco- limoso a arenoso.

Suelo 3. Poca presencia de arcilla. La conformación de este tipo de suelo está relacionada con la textura franco–limosa-arcillosa, por lo que se comporta como un suelo intermedio entre los anteriores, pero, en el cual se establece una sola capa de material orgánico y tobásico sobre el perfil del suelo.

Cuadro 2. Comparación de la distribución de la biomasa de raíces finas entre dos lugares de diferente cobertura (bosque y potrero), ubicados en los subsitios Caño Negro en Monteverde, Puntarenas y Río Chiquito de Tilarán. 2003.

| Cobertura | Profundidad (cm.) | Raíces Finas (kg/ha) | | Porcentaje de Raíces Finas | |
|-----------|-------------------|----------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| | | Caño Negro | Río Chiquito | Caño negro | Río Chiquito |
| Bosque | 0-10 | 751,06 | 1286,33 | 73,54 | 64,66 |
| | 10-20 | 331,93 | 852,21 | 48,85 | 82,06 |
| | 20-30 | 362,08 | 175,34 | 75,32 | 100,00 |
| | 30-40 | 110,75 | 146,83 | 100,00 | 100,00 |
| | 40-50 | 182,51 | 432,05 | 77,31 | 71,14 |
| | 50-60 | 90,11 | 172,87 | 63,39 | 26,07 |
| | 60-70 | 130,68 | 147,44 | 71,42 | 66,81 |
| | 70-80 | 85,82 | 89,43 | 100,00 | 100,00 |
| | 80-90 | 107,52 | 130,75 | 100,00 | 100,00 |
| | 90-100 | 16,60 | 104,68 | 28,01 | 23,49 |
| Potrero | 0-10 | 959,73 | 1426,69 | 96,96 | 90,45 |
| | 10-20 | 279,28 | 538,68 | 99,31 | 88,12 |
| | 20-30 | 92,52 | 451,87 | 100,00 | 21,37 |
| | 30-40 | 29,03 | 237,64 | 100,00 | 100,00 |
| | 40-50 | 44,55 | 297,75 | 100,00 | 68,54 |
| | 50-60 | 22,89 | 141,81 | 95,00 | 100,00 |
| | 60-70 | 14,05 | 54,12 | 84,00 | 93,00 |
| | 70-80 | 10,29 | 43,44 | 75,00 | 84,00 |
| | 80-90 | 13,87 | 80,45 | 73,00 | 82,00 |
| | 90-100 | 11,96 | 27,65 | 64,00 | 73,00 |

Fuente: Datos de Campo.

Excel

Cuadro 3. Densidad aparente con relación a la profundidad por cada clase de suelo, en la parte alta de la cuenca de Caño Negro y la de Río Chiquito. 2003

| Sitio | Cobertura | Profund.(cm) | Suelo Clase I | | | | Suelo Clase II | | | | Suelo Clase III | | | |
|--------------|-----------|--------------|------------------------------|------------------------------|---------|------|------------------------------|------------------------------|---------|------|------------------------------|------------------------------|---------|---|
| | | | Dens.ap.(g/cm ³) | Des.Est.(g/cm ³) | CV | n | Dens.ap.(g/cm ³) | Des.Est.(g/cm ³) | CV | n | Dens.ap.(g/cm ³) | Des.Est.(g/cm ³) | CV | n |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0,53 | 0,24 | 220,96 | 12 | 0,54 | 0,05 | 1074,02 | 2 | 0,38 | 0,10 | 400,64 | 6 |
| | | 10-20 | 0,54 | 0,15 | 355,49 | 12 | 0,69 | 0,11 | 621,22 | 2 | 0,70 | 0,04 | 1817,20 | 6 |
| | | 20-30 | 0,65 | 0,19 | 348,95 | 12 | 0,81 | 0,13 | 627,96 | 2 | 0,73 | 0,10 | 702,85 | 6 |
| | | 30-40 | 0,60 | 0,23 | 261,52 | 12 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 2 | 0,77 | 0,13 | 569,44 | 6 |
| | | 40-50 | 0,62 | 0,19 | 334,61 | 12 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 2 | 0,79 | 0,13 | 587,59 | 6 |
| | | 50-60 | 0,66 | 0,24 | 272,24 | 12 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 2 | 0,77 | 0,23 | 329,25 | 6 |
| | | 60-70 | 0,61 | 0,23 | 270,09 | 12 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 2 | 0,77 | 0,23 | 329,25 | 6 |
| | | 70-80 | 0,60 | 0,22 | 273,98 | 12 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 2 | 0,78 | 0,19 | 410,21 | 6 |
| | | 80-90 | 0,69 | 0,31 | 226,88 | 12 | 0,92 | 0,02 | 0,00 | 2 | 0,78 | 0,19 | 410,21 | 6 |
| | 90-100 | 0,64 | 0,22 | 287,56 | 12 | 0,94 | 0,03 | 0,00 | 2 | 0,79 | 0,20 | 404,22 | 6 | |
| | Pátrero | 0-10 | 0,56 | 0,12 | 459,80 | 12 | | | | | | | | |
| | | 10-20 | 0,66 | 0,21 | 310,45 | 12 | | | | | | | | |
| | | 20-30 | 0,62 | 0,13 | 459,98 | 12 | | | | | | | | |
| | | 30-40 | 0,64 | 0,15 | 426,58 | 12 | | | | | | | | |
| | | 40-50 | 0,70 | 0,17 | 421,89 | 12 | | | | | | | | |
| | | 50-60 | 0,70 | 0,18 | 395,90 | 12 | | | | | | | | |
| | | 60-70 | 0,64 | 0,18 | 367,01 | 12 | | | | | | | | |
| | | 70-80 | 0,68 | 0,25 | 272,87 | 12 | | | | | | | | |
| | | 80-90 | 0,81 | 0,23 | 344,64 | 12 | | | | | | | | |
| 90-100 | 0,77 | 0,22 | 352,34 | 12 | | | | | | | | | | |
| Río Chiquito | Bosque | 0-10 | 0,63 | 0,05 | 1377,94 | 4 | | | | | | | | |
| | | 10-20 | 0,72 | 0,15 | 465,95 | 4 | | | | | | | | |
| | | 20-30 | 0,72 | 0,15 | 465,95 | 4 | | | | | | | | |
| | | 30-40 | 0,69 | 0,11 | 606,14 | 4 | | | | | | | | |
| | | 40-50 | 0,94 | 0,12 | 812,30 | 4 | | | | | | | | |
| | | 50-60 | 0,93 | 0,13 | 708,62 | 4 | | | | | | | | |
| | | 60-70 | 0,93 | 0,13 | 708,62 | 4 | | | | | | | | |
| | | 70-80 | 0,93 | 0,13 | 708,62 | 4 | | | | | | | | |
| | | 80-90 | 0,90 | 0,09 | 1048,01 | 4 | | | | | | | | |
| | 90-100 | 0,90 | 0,09 | 1048,01 | 4 | | | | | | | | | |
| | Pátrero | 0-10 | 0,91 | 0,10 | 870,17 | 8 | | | | | | | | |
| | | 10-20 | 0,90 | 0,12 | 739,82 | 8 | | | | | | | | |
| | | 20-30 | 0,87 | 0,12 | 738,83 | 8 | | | | | | | | |
| | | 30-40 | 0,90 | 0,12 | 730,79 | 8 | | | | | | | | |
| | | 40-50 | 0,90 | 0,12 | 730,79 | 8 | | | | | | | | |
| | | 50-60 | 0,85 | 0,09 | 923,43 | 8 | | | | | | | | |
| | | 60-70 | 0,82 | 0,07 | 1253,94 | 8 | | | | | | | | |
| | | 70-80 | 0,91 | 0,13 | 708,31 | 8 | | | | | | | | |
| 80-90 | | 0,88 | 0,12 | 748,93 | 8 | | | | | | | | | |
| 90-100 | 0,88 | 0,12 | 748,93 | 8 | | | | | | | | | | |

Fuente: Datos de campo

Excel

Cuadro 4. Densidad aparente general con relación a la profundidad en la parte alta del Caño Negro y la cuenca de Río Chiquito, por tipo de cobertura. 2003

| Sitio | Prof.(cm.) | Bosque | | | | Potrero | | | |
|--------------|------------|-------------------------------|---------|-------|----|-------------------------------|---------|-------|----|
| | | Dens.ap (g.cm ⁻³) | Des.Est | CV(%) | n | Dens.ap (g.cm ⁻³) | Des.Est | CV(%) | n |
| Caño Negro | 0-9 | 0,48 | 0,20 | 41,43 | 26 | 0,58 | 0,12 | 20,29 | 11 |
| | 10-19 | 0,58 | 0,17 | 29,31 | 14 | 0,74 | 0,15 | 20,61 | 11 |
| | 20-29 | 0,56 | 0,14 | 25,08 | 16 | 0,71 | 0,13 | 18,62 | 6 |
| | 30-39 | 0,69 | 0,16 | 23,23 | 12 | 0,46 | 0,07 | 15,28 | 2 |
| | 40-49 | 0,60 | 0,17 | 29,33 | 10 | 0,75 | 0,12 | 16,39 | 8 |
| | 50-59 | 0,87 | 0,22 | 24,74 | 4 | 0,89 | 0,21 | 22,99 | 4 |
| | 60-69 | 0,58 | 0,15 | 26,06 | 10 | 0,70 | 0,16 | 23,21 | 8 |
| | 70-79 | 0,63 | 0,21 | 33,26 | 14 | 0,81 | 0,22 | 26,93 | 4 |
| | 80-89 | 0,71 | 0,29 | 40,81 | 14 | 0,86 | 0,24 | 27,51 | 8 |
| | 90-100 | 1,03 | 0,09 | 8,51 | 2 | 0,69 | 0,09 | 12,36 | 2 |
| Río Chiquito | 0-9 | 0,72 | 0,15 | 20,29 | 6 | 0,77 | 0,00 | 0,16 | 2 |
| | 10-19 | 0,72 | 0,15 | 21,46 | 4 | 0,90 | 0,14 | 15,98 | 6 |
| | 20-29 | 0,81 | 0,06 | 7,43 | 4 | 0,79 | 0,08 | 9,88 | 4 |
| | 30-39 | 0,74 | 0,17 | 23,04 | 4 | 0,93 | 0,03 | 2,98 | 2 |
| | 40-49 | 0,83 | 0,04 | 5,09 | 2 | 0,86 | 0,10 | 11,92 | 4 |
| | 50-59 | | | | | 1,01 | 0,02 | 1,49 | 2 |
| | 70-79 | 0,92 | 0,15 | 16,47 | 4 | 1,10 | 0,01 | 0,65 | 2 |
| | 80-89 | | | | | 0,90 | 0,12 | 13,41 | 6 |
| | 90-100 | 0,97 | 0,01 | 1,12 | 2 | | | | |

Fuente: Datos de campo.

Excel

Nota:

Prof(cm.) : Profundidad
 Dens.ap (g.cm⁻³) : Densidad aparente
 Des.Est :Deviacion estandar
 CV(%) :Coeficiente de variacion
 n :Numero de muestras

Apéndice 2. Base de datos para el análisis de la densidad aparente y la humedad porcentual del suelo para Caño Negro y Río Chiquito. 2003

| Lugar | Cobertura | Suelo | Hor.(cm) | Muestra(cm) | Parcela | Corte | Peso H. | Bolsa P | Frasco | F+Mf | F+Ms | D(g/cm ³) | D(Kg/ha) | Hum % | Descripción de la calicata |
|------------|-----------|-------|----------|-------------|---------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|-----------------------|----------|--------|---|
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-5 | 2 | 1 | A | 110 | 7,8 | 242,42 | 364,55 | 344,37 | 1,04 | 1038,45 | 7,90 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 5-15 | 12 | 1 | A | 135 | 8,11 | 122,88 | 211,85 | 152,29 | 0,30 | 301,60 | 355,93 | H ₁ 0-5cm Ao Horizonte orgánico |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 15-24 | 23 | 1 | A | 135 | 7,4 | 162,27 | 273,48 | 233,97 | 0,73 | 730,33 | 88,28 | H ₂ 10-15 cm. A coloración café oscuro |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 24-29 | 32 | 1 | A | 117 | 7,4 | 161,65 | 236,44 | 193,97 | 0,33 | 329,21 | 262,00 | H ₃ 24-30 cm. Et |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 29-35 | 43 | 1 | A | 135 | 7,66 | 245,51 | 360,38 | 295,11 | 0,51 | 505,22 | 172,18 | H ₄ 30-35 cm. Capa arenisca Toba |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 35-77 | 70 | 1 | A | 152 | 7,46 | 122,06 | 245 | 195,26 | 0,75 | 745,61 | 107,65 | H ₅ 80-89 cm. Aw Presencia de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 77-89 | 85 | 1 | A | 160 | 7,65 | 245,08 | 325,59 | 306,79 | 0,63 | 628,57 | 159,28 | H ₆ 89-100 cm. Bw |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 89-100 | 92 | 1 | A | 168 | 8,08 | 244,37 | 396,2 | 351,83 | 1,09 | 1094,58 | 56,34 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-5 | 2 | 1 | B | 111 | 7,62 | 161,92 | 252,49 | 192,93 | 0,32 | 315,87 | 257,95 | Fecha:13-14/2/2003 Pendiente: 11% |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 5-15 | 12 | 1 | B | 140 | 8,16 | 245,95 | 368,12 | 302,49 | 0,58 | 575,91 | 147,61 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 15-24 | 23 | 1 | B | 134 | 7,85 | 155,01 | 261,58 | 223,93 | 0,70 | 702,01 | 94,43 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 24-29 | 32 | 1 | B | 116 | 7,93 | 242,96 | 341,44 | 310,16 | 0,68 | 984,49 | 72,62 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 29-35 | 43 | 1 | B | 135 | 8,06 | 243,83 | 364,04 | 300 | 0,57 | 572,14 | 140,34 | Nota: El volumen de la muestra es de 98.175 cm ³ |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 35-77 | 70 | 1 | B | 127 | 7,93 | 118,34 | 223,85 | 160,29 | 0,43 | 427,30 | 202,74 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 77-89 | 85 | 1 | B | 149 | 7,99 | 243,68 | 366,96 | 309,14 | 0,67 | 666,77 | 127,62 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 89-100 | 92 | 1 | B | 162 | 8 | 245,8 | 391,95 | 341,06 | 0,97 | 670,31 | 70,06 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-7 | 3 | 2 | A | 114 | 7,98 | 160,37 | 253,52 | 198,28 | 0,39 | 386,15 | 200,71 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 7-15 | 8 | 2 | A | 133 | 7,6 | 160,73 | 265,9 | 210,51 | 0,51 | 507,05 | 167,18 | H ₁ 0-7cm Horizonte orgánico |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 15-24 | 17 | 2 | A | 132 | 8,03 | 161,54 | 270,49 | 219,1 | 0,59 | 586,30 | 129,33 | H ₂ 7-14 cm. A coloración café oscuro |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 24-59 | 26 | 2 | A | 111 | 7,97 | 160,83 | 250,95 | 198,55 | 0,38 | 384,21 | 194,27 | H ₃ 14-24 cm. Et capa oscura en el horizonte. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 59-68 | 63 | 2 | A | 130 | 7,11 | 243,75 | 326,59 | 288,67 | 0,46 | 457,55 | 189,40 | H ₄ 24-59 cm. Capa arenisca |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 70-79 | 74 | 2 | A | 141 | 8,05 | 252,23 | 376,12 | 303,79 | 0,53 | 525,19 | 173,47 | H ₅ 59-68 cm. Aw Presencia de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 79-88 | 82 | 2 | A | 198 | 8,02 | 158,67 | 330,26 | 295,56 | 1,39 | 1394,35 | 44,64 | H ₆ 68-79 cm. Bw Presencia de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 88-100 | 88 | 2 | A | 123 | 8,02 | 161,34 | 259,04 | 226,64 | 0,67 | 665,14 | 88,36 | H ₇ 79-100cm Bw Presencia de Fragmentos de gleisacion; |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-7 | 3 | 2 | B | 81 | 8,02 | 247,77 | 310,02 | 261,3 | 0,14 | 137,82 | 498,67 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 7-15 | 8 | 2 | B | 130 | 8 | 113,78 | 217,9 | 168,35 | 0,56 | 555,84 | 138,23 | Fecha:14/2/2003 Pendiente: 12% |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 15-24 | 17 | 2 | B | 151 | 8,02 | 244,96 | 374,32 | 298,74 | 0,55 | 547,80 | 180,77 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 24-59 | 26 | 2 | B | 118 | 7,98 | 160,86 | 256,85 | 228,05 | 0,68 | 684,39 | 75,62 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 59-68 | 63 | 2 | B | 129 | 7,94 | 243,33 | 357,8 | 293,38 | 0,51 | 509,80 | 157,74 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 70-79 | 74 | 2 | B | 140 | 8,01 | 248,66 | 372,32 | 300,92 | 0,53 | 532,32 | 167,89 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 79-88 | 82 | 2 | B | 161 | 8,06 | 244,72 | 389,38 | 331,21 | 0,88 | 880,98 | 86,15 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 88-100 | 88 | 2 | B | 145 | 8,12 | 245,5 | 376,97 | 341,6 | 0,98 | 978,86 | 50,88 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-5 | 2 | 3 | A | 108 | 7,44 | 240,74 | 379,39 | 337,95 | 0,99 | 990,17 | 11,10 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 5-8 | 6 | 3 | A | 143 | 7,41 | 161,17 | 272,93 | 230,42 | 0,71 | 705,37 | 106,50 | H ₁ 0-4cm Horizonte orgánico |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 8-26 | 10 | 3 | A | 111 | 7,56 | 245,92 | 342,49 | 297,6 | 0,53 | 526,41 | 114,78 | H ₂ 4-8 cm. A coloración café oscuro |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 26-38 | 29 | 3 | A | 123 | 7,6 | 246,37 | 355,32 | 294,31 | 0,49 | 488,31 | 156,57 | H ₃ 8-27 cm. Capa arenisca |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 38-59 | 43 | 3 | A | 146 | 7,54 | 246,64 | 365,03 | 325,12 | 0,80 | 799,39 | 86,03 | H ₄ 27-38 cm. Capa de Arena Presente. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 59-74 | 65 | 3 | A | 140 | 7,56 | 247,52 | 373,85 | 300,06 | 0,54 | 535,17 | 166,46 | H ₅ 38-60 cm. Bw Presencia de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 74-100 | 85 | 3 | A | 122 | 7,58 | 117,35 | 209,64 | 156,25 | 0,40 | 396,23 | 213,62 | H ₆ 60-74 cm Bw Presencia de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-5 | 2 | 3 | B | 110 | 7,94 | 244,93 | 337,57 | 310,49 | 0,67 | 667,79 | 67,79 | H ₁ 4-81 cm. Bw Presencia de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 5-8 | 6 | 3 | B | 129 | 8,01 | 157,86 | 264,34 | 210,49 | 0,54 | 536,08 | 145,11 | H ₂ 81-100 cm. Capa de basalto y Arcilla. |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 8-26 | 10 | 3 | B | 149 | 7,98 | 247,47 | 380,45 | 338,84 | 0,93 | 930,69 | 63,07 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 26-38 | 29 | 3 | B | 122 | 7,85 | 243,67 | 341,85 | 290,48 | 0,48 | 476,80 | 160,63 | Fecha:16/2/2003 Pendiente: 3% |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 38-59 | 43 | 3 | B | 142 | 7,92 | 246,6 | 367,98 | 309,3 | 0,64 | 638,66 | 126,48 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 59-74 | 65 | 3 | B | 152 | 7,92 | 244,54 | 381,23 | 314,12 | 0,71 | 708,83 | 118,45 | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 74-100 | 85 | 3 | B | 137 | 7,58 | 248,19 | 357,21 | 300,06 | 0,53 | 528,34 | 164,12 | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 0-4 | 5 | 4 | A | 119 | 8,09 | 248,67 | 342,53 | 293,48 | 0,46 | 456,43 | 165,57 | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 4-11 | 12 | 4 | A | 110 | 7,92 | 245,04 | 336,91 | 298,56 | 0,55 | 545,15 | 105,53 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|---|--------|----|---|---|-------|------|--------|--------|--------|------|---------|--------|---|----------------|--|
| Caño Negro | Bosque | 3 | 11-21 | 26 | 4 | A | 153 | 8.08 | 238.87 | 370.86 | 313.68 | 0.76 | 762.01 | 104.52 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 21-32 | 34 | 4 | A | 147 | 7.73 | 244.71 | 372.83 | 315.36 | 0.72 | 719.63 | 108.07 | H ₁ 0-5cm Horizonte orgánico | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 32-85 | 56 | 4 | A | 168 | 7.66 | 243.84 | 358.49 | 335.49 | 0.93 | 933.54 | 83.31 | H ₂ 5-11 cm. A coloración café oscuro | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 85-100 | 77 | 4 | A | 166 | 8.26 | 245.32 | 381.79 | 335 | 0.91 | 913.47 | 85.10 | H ₃ 11-21 cm. Capa arenisca | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 0-4 | 5 | 4 | B | 117 | 7.51 | 122.34 | 218.73 | 165.4 | 0.44 | 438.61 | 171.71 | H ₄ 21-85 cm. Et | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 4-11 | 12 | 4 | B | 125 | 7.97 | 160.89 | 261.96 | 230.02 | 0.70 | 704.15 | 80.82 | H ₅ 85-100 cm Bw Presencia de basalto y Arcilla. | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 11-21 | 26 | 4 | B | 134 | 7.69 | 244.64 | 358.49 | 304.16 | 0.61 | 606.26 | 125.13 | Fecha:18/2/2003 | Pendiente: 9% | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 21-32 | 34 | 4 | B | 162 | 7.53 | 247.56 | 384.73 | 336.14 | 0.90 | 902.27 | 82.89 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 32-85 | 56 | 4 | B | 165 | 8 | 258.61 | 395.26 | 348.17 | 0.91 | 912.25 | 84.23 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 3 | 85-100 | 77 | 4 | B | 169 | 7.74 | 241.93 | 390.41 | 335.74 | 0.96 | 955.54 | 80.15 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 0-3 | 2 | 5 | A | 115 | 7.06 | 232.89 | 297.95 | 268.83 | 0.37 | 366.08 | 219.98 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 3-16 | 7 | 5 | A | 131 | 6.96 | 251.37 | 326.17 | 303.35 | 0.53 | 529.46 | 152.02 | H ₁ 0-3cm Horizonte orgánico | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 16-21 | 25 | 5 | A | 120 | 7.03 | 245.09 | 320.26 | 289.72 | 0.45 | 454.60 | 168.88 | H ₂ 3-15 cm. A coloración café oscuro | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 22-33 | 48 | 5 | A | 115 | 6.88 | 241.97 | 307.57 | 276.01 | 0.35 | 346.73 | 237.84 | H ₃ 15-21 cm Capa arenisca | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 33-58 | 74 | 5 | A | 127 | 8.1 | 118.03 | 220.95 | 153.33 | 0.36 | 359.56 | 259.77 | H ₄ 21-33 cm. Aw | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 58-100 | 86 | 5 | A | 107 | 6.88 | 158.27 | 227.13 | 194.31 | 0.37 | 367.10 | 196.89 | H ₅ 33-58 cm. Aw Capa leve de arenisca. | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 0-3 | 2 | 5 | B | 116 | 6.9 | 241.56 | 303.91 | 279.02 | 0.38 | 381.56 | 209.66 | H ₆ 58-79 cm. Et Arcilloso. | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 3-16 | 7 | 5 | B | 113 | 6.64 | 245.52 | 310.56 | 284.5 | 0.40 | 397.05 | 189.89 | H ₇ 79-100 cm. Et Arcilla mas compactada, | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 16-21 | 25 | 5 | B | 122 | 6.89 | 240.3 | 302.56 | 281.8 | 0.42 | 422.72 | 193.98 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 22-33 | 48 | 5 | B | 111 | 6.87 | 244.84 | 322.85 | 277.74 | 0.34 | 335.12 | 237.39 | Fecha:4/2/2003 | Pendiente: 23% | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 33-58 | 74 | 5 | B | 126 | 6.86 | 161.93 | 238.91 | 205.37 | 0.44 | 442.48 | 190.06 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 58-100 | 86 | 5 | B | 117 | 6.94 | 242.5 | 317.11 | 283.25 | 0.42 | 415.08 | 187.12 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-7 | 7 | 6 | A | 113 | 6.8 | 119.28 | 199.57 | 149.47 | 0.31 | 307.51 | 274.30 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 7-20 | 15 | 6 | A | 139 | 6.98 | 159.61 | 240.32 | 216.79 | 0.58 | 582.43 | 143.09 | H ₁ 0-6 cm. Horizonte orgánico | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 20-27 | 22 | 6 | A | 135 | 6.74 | 122.34 | 192.17 | 159.77 | 0.38 | 381.26 | 260.67 | H ₂ 6-20 cm. A coloración café oscuro | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 28-67 | 34 | 6 | A | 116 | 7.03 | 113.78 | 196.32 | 188.19 | 0.76 | 757.93 | 55.89 | H ₃ 20-27 cm. Leve capa de transición entre las capas At y Et. | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 67-73 | 69 | 6 | A | 120 | 6.8 | 121.86 | 193.47 | 167.91 | 0.47 | 469.06 | 160.59 | H ₄ 27-67 cm Toba Arena presente. | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 73-100 | 83 | 6 | A | 148 | 6.88 | 238.87 | 337.57 | 299.59 | 0.62 | 618.49 | 143.74 | H ₅ 67-73 cm. Aw capa leve oscura. | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-7 | 7 | 6 | B | 117 | 6.79 | 122.68 | 191.63 | 165.58 | 0.44 | 436.98 | 172.73 | H ₆ 73-100 cm. Et Coloración café claro. | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 7-20 | 15 | 6 | B | 123 | 6.75 | 118.03 | 205.09 | 160.54 | 0.43 | 433.00 | 189.34 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 20-27 | 22 | 6 | B | 135 | 6.74 | 122.34 | 192.17 | 159.77 | 0.38 | 381.26 | 260.67 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 28-67 | 34 | 6 | B | 115 | 6.86 | 162.28 | 244.74 | 237.14 | 0.76 | 762.52 | 53.62 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 67-73 | 69 | 6 | B | 114 | 6.71 | 117.36 | 206.59 | 171.49 | 0.55 | 551.36 | 110.60 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 73-100 | 83 | 6 | B | 126 | 6.83 | 122.61 | 207.06 | 169.82 | 0.48 | 480.88 | 166.89 | Fecha:4/3/2003 | Pendiente: 19% | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-5 | 4 | 7 | A | 118 | 7.48 | 244.99 | 316.51 | 288.18 | 0.44 | 439.93 | 173.21 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 5-22 | 11 | 7 | A | 138 | 6.07 | 240.95 | 324.74 | 311.08 | 0.71 | 714.34 | 96.78 | H ₁ 0-5 cm. Horizonte orgánico | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 22-44 | 31 | 7 | A | 111 | 7.46 | 255.73 | 334.66 | 312.5 | 0.58 | 578.25 | 95.53 | H ₂ 6-22 cm. A coloración café oscuro | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 44-67 | 55 | 7 | A | 137 | 7.93 | 245.32 | 375.58 | 350.61 | 1.07 | 1072.47 | 30.12 | H ₃ 23-44 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 67-100 | 72 | 7 | A | 174 | 8.05 | 244.82 | 347.58 | 341.34 | 0.98 | 983.14 | 80.27 | H ₄ 45-67 cm. B Coloración café oscuro marrón claro | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-5 | 4 | 7 | B | 125 | 7.5 | 248.66 | 329.05 | 292.72 | 0.45 | 446.79 | 183.70 | H ₅ 68-100 cm. B Coloración café claro, presencia de rocas gleisadas | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 5-22 | 11 | 7 | B | 137 | 6.73 | 248.19 | 340.78 | 315.4 | 0.68 | 684.59 | 103.84 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 22-44 | 31 | 7 | B | 110 | 8.1 | 241.92 | 322.03 | 311.45 | 0.71 | 708.23 | 58.21 | Fecha:4/3/2003 | Pendiente: 32% | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 44-67 | 55 | 7 | B | 131 | 7.72 | 247.55 | 327.1 | 303.1 | 0.57 | 565.83 | 135.82 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 67-100 | 72 | 7 | B | 142 | 7.62 | 245.06 | 353.84 | 319.38 | 0.76 | 757.02 | 91.07 | | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 0-11 | 6 | 8 | A | 105.9 | 7.06 | 245.07 | 315.67 | 269.26 | 0.25 | 246.40 | 337.78 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 11-45 | 37 | 8 | A | 140.4 | 6.92 | 158.24 | 260.61 | 231.89 | 0.75 | 750.19 | 90.63 | H ₁ 0-11 cm. Horizonte orgánico | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 45-52 | 42 | 8 | A | 119.9 | 6.77 | 161.54 | 253.8 | 236.54 | 0.76 | 763.94 | 59.87 | H ₂ 12-45 cm. A coloración café oscuro | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 52-100 | 77 | 8 | A | 134.8 | 6.87 | 159.7 | 256.2 | 216.8 | 0.58 | 581.61 | 136.08 | H ₃ 45-52 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 0-11 | 6 | 8 | B | 105.2 | 6.95 | 161.36 | 221.51 | 188.44 | 0.28 | 275.83 | 288.48 | H ₄ 53-100 cm. B Coloración café claro, arcilloso. | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|---|--------|----|----|---|--------|------|--------|--------|--------|------|---------|--------|--|----------------|
| Caño Negro | Bosque | 2 | 11-45 | 37 | 8 | B | 142 | 6.93 | 157.48 | 262.38 | 227.93 | 0.72 | 717.60 | 101.56 | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 45-52 | 42 | 8 | B | 119.2 | 7.03 | 160.69 | 255.75 | 243.14 | 0.84 | 839.83 | 44.57 | | |
| Caño Negro | Bosque | 2 | 52-100 | 77 | 8 | B | 133.4 | 6.86 | 158.42 | 248.24 | 210.88 | 0.53 | 534.35 | 154.29 | Fecha:4/3/2003 | Pendiente: 9% |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-7 | 3 | 9 | A | 123.49 | 5.4 | 244.98 | 331.89 | 293.6 | 0.50 | 495.24 | 142.88 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 7-24 | 10 | 9 | A | 93.1 | 7.14 | 161.54 | 226.98 | 189.23 | 0.28 | 282.05 | 210.44 | H ₁ 0-19 cm. Ao coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 24-31 | 27 | 9 | A | 111 | 6.93 | 155.03 | 244.43 | 221.43 | 0.68 | 676.34 | 56.73 | H ₂ 19-31cm Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 31-59 | 36 | 9 | A | 129.5 | 7.11 | 245.08 | 318.98 | 293.3 | 0.49 | 491.16 | 153.82 | H ₃ 31-48 cm. Se semeja a la capa A, coloración café oscuro, conglomer | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 59-63 | 61 | 9 | A | 142.2 | 5.57 | 162.28 | 274.95 | 233.98 | 0.73 | 730.33 | 90.56 | H ₄ 48-62cm Capa grisáceo, presencia de arena fina. | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 63-100 | 77 | 9 | A | 121.9 | 5.44 | 161.53 | 238.12 | 204.07 | 0.43 | 433.31 | 173.77 | H ₆ 62-100cm B, Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-7 | 3 | 9 | B | 121.5 | 7 | 161.18 | 248.15 | 204.32 | 0.44 | 439.42 | 165.41 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 7-24 | 10 | 9 | B | 114.9 | 6.97 | 160.69 | 242.55 | 229.66 | 0.70 | 702.52 | 56.49 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 24-31 | 27 | 9 | B | 110 | 7.12 | 246.61 | 319.99 | 289.53 | 0.44 | 437.18 | 139.70 | Fecha: 24/3/2003 | Pendiente: 5% |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 31-59 | 36 | 9 | B | 124.3 | 5.47 | 243.64 | 362.16 | 331.22 | 0.89 | 892.08 | 35.68 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 59-63 | 61 | 9 | B | 149.4 | 5.47 | 243.64 | 362.16 | 331.22 | 0.89 | 892.08 | 64.34 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 63-100 | 77 | 9 | B | 134.1 | 5.47 | 160.89 | 254.86 | 217.18 | 0.57 | 573.36 | 128.51 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-19 | 7 | 10 | A | 116.4 | 9.38 | 158.25 | 230.4 | 205.89 | 0.49 | 485.26 | 124.64 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 19-38 | 25 | 10 | A | 125.8 | 9.33 | 247.78 | 342.66 | 310.34 | 0.64 | 637.23 | 86.17 | H ₁ 0-19 cm. Ao coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 38-49 | 44 | 10 | A | 128.1 | 9.29 | 161.36 | 238.5 | 213.46 | 0.53 | 530.69 | 128.04 | H ₂ 19-38cm Capa A oscuro | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 49-77 | 67 | 10 | A | 130.7 | 9.44 | 246.65 | 333.86 | 296.91 | 0.51 | 511.94 | 141.27 | H ₃ 38-49 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fir | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 77-100 | 89 | 10 | A | 162.8 | 9.4 | 248.19 | 377.25 | 336.27 | 0.90 | 897.17 | 74.16 | H ₄ 49-77cm Capa grisáceo, presencia de arena fina. | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 0-19 | 7 | 10 | B | 76.7 | 9.38 | 158.25 | 230.4 | 205.89 | 0.49 | 485.26 | 41.31 | H ₆ 77-100cm B, Arcillosa | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 19-38 | 25 | 10 | B | 133.8 | 9.47 | 157.48 | 257.34 | 223.64 | 0.67 | 673.90 | 87.92 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 38-49 | 44 | 10 | B | 129.5 | 9.41 | 161.35 | 254.02 | 223.24 | 0.63 | 630.41 | 94.04 | | |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 49-77 | 67 | 10 | B | 112.6 | 9.39 | 158.42 | 237.6 | 198.97 | 0.41 | 413.04 | 154.53 | Fecha: 25/3/2003 | Pendiente: 52% |
| Caño Negro | Bosque | 1 | 77-100 | 89 | 10 | B | 172 | 9.4 | 240.73 | 375.85 | 336.09 | 0.97 | 971.33 | 70.51 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-7 | 4 | 1 | A | 150 | 7.01 | 242.98 | 358.79 | 319.9 | 0.78 | 783.50 | 95.01 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 7-18 | 12 | 1 | A | 137.9 | 6.91 | 160.86 | 274.7 | 250.51 | 0.91 | 913.17 | 53.82 | H ₁ 0-7 cm. A coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 18-42 | 26 | 1 | A | 108.3 | 6.97 | 243.86 | 328.8 | 319.32 | 0.77 | 788.63 | 43.52 | H ₂ 7-18 cm. B coloración transición a la capa arenisca | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 42-56 | 41 | 1 | A | 104.6 | 7 | 243.53 | 325.11 | 313.49 | 0.71 | 712.61 | 49.51 | H ₃ 19-55 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fin | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 56-75 | 62 | 1 | A | 142.1 | 6.87 | 243.4 | 359.16 | 310.41 | 0.68 | 682.56 | 112.06 | H ₄ 57-75 cm. B Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 75-100 | 51 | 1 | A | 141.6 | 6.58 | 241.94 | 339.44 | 306.47 | 0.66 | 657.30 | 119.43 | H ₆ 76-100 cm. B Coloración café claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-7 | 4 | 1 | B | 147.8 | 7.04 | 244.65 | 349.81 | 311.67 | 0.68 | 682.66 | 120.53 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 7-18 | 12 | 1 | B | 144.4 | 6.82 | 248.69 | 366.22 | 354.38 | 1.08 | 1076.55 | 36.63 | Fecha: 6/3/2003 | Pendiente: 48% |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 18-42 | 26 | 1 | B | 110.4 | 6.89 | 244.95 | 325.87 | 317.85 | 0.74 | 742.55 | 51.44 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 42-56 | 41 | 1 | B | 105.7 | 6.9 | 245.34 | 333.65 | 317.55 | 0.74 | 735.52 | 46.38 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 56-75 | 62 | 1 | B | 138.1 | 6.96 | 243.69 | 331.51 | 307.56 | 0.65 | 650.57 | 116.22 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 75-100 | 51 | 1 | B | 151.4 | 7.05 | 255.73 | 362.32 | 334.44 | 0.80 | 801.73 | 92.35 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-10 | 4 | 7 | A | 125.4 | 4.85 | 157.47 | 242.12 | 215.61 | 0.59 | 592.21 | 115.69 | Suelo compactado, cerca de la misma parcela | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 10-20 | 16 | 7 | B | 137.2 | 6.76 | 239.73 | 338.13 | 294.02 | 0.55 | 552.99 | 152.72 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-11 | 6 | 2 | A | 106.9 | 6.86 | 241.95 | 313.24 | 279.69 | 0.38 | 384.42 | 183.25 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 11-67 | 22 | 2 | A | 117 | 6.86 | 245.39 | 313.93 | 303.97 | 0.60 | 596.69 | 99.73 | H ₁ 0-11 cm. Ao coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 67-78 | 69 | 2 | A | 120.2 | 7.2 | 240.28 | 318.51 | 290.23 | 0.51 | 508.79 | 140.64 | H ₂ 11-67 cm. B Marrón oscuro, con parches de gleisacion | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 78-100 | 82 | 2 | A | 142.7 | 7.26 | 161.91 | 262.93 | 252.03 | 0.92 | 917.95 | 58.34 | H ₃ 67-78 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fin | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-11 | 6 | 2 | B | 112.7 | 6.99 | 258.61 | 319.04 | 317.97 | 0.60 | 604.64 | 78.08 | H ₄ 78-100 cm. B Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 11-67 | 22 | 2 | B | 105.6 | 6.92 | 232.87 | 298.56 | 281.73 | 0.50 | 497.88 | 101.96 | Nota: la parcela se estableció sobre suelo compactado (paso de Ganad | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 67-78 | 69 | 2 | B | 140.8 | 7.05 | 243.72 | 347.47 | 314.69 | 0.72 | 722.89 | 88.46 | Fecha: 5/3/2003 | Pendiente: 47% |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 78-100 | 82 | 2 | B | 132.1 | 7.26 | 161.91 | 262.93 | 252.03 | 0.92 | 917.95 | 38.53 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-11 | 4 | 3 | A | 128.9 | 7.16 | 240.97 | 328.85 | 290 | 0.50 | 499.41 | 148.30 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 11-23 | 17 | 3 | A | 129.6 | 6.95 | 159.61 | 254.52 | 226.16 | 0.68 | 677.87 | 84.30 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|---|--------|----|---|---|--------|------|--------|--------|--------|------|---------|--------|---|----------------|
| Caño Negro | Potrero | 1 | 24-41 | 39 | 3 | A | 129.1 | 6.92 | 244.64 | 338.92 | 294.16 | 0.50 | 504.41 | 146.73 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 41-100 | 62 | 3 | A | 157.6 | 6.97 | 115.51 | 229.99 | 212.76 | 0.99 | 990.58 | 54.89 | H ₁ 0-11 cm. Ao coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 41-100 | 85 | 3 | A | 119.1 | 6.7 | 117.72 | 203.71 | 157.39 | 0.40 | 404.07 | 183.34 | H ₂ 12-23 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-11 | 4 | 3 | B | 131.1 | 7 | 118.33 | 213.25 | 166.95 | 0.50 | 495.24 | 155.24 | H ₂ 23-41 cm. Se semeja a la capa A, coloración café oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 11-23 | 17 | 3 | B | 131.7 | 7.04 | 160.83 | 258.2 | 237.62 | 0.78 | 782.18 | 62.34 | H ₂ 41-100 cm. B Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 24-41 | 39 | 3 | B | 122.8 | 6.75 | 160.74 | 253.38 | 200.6 | 0.41 | 406.01 | 191.14 | Fecha: 7/3/2003 | Pendiente: 11% |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 41-100 | 62 | 3 | B | 148.2 | 6.78 | 122.47 | 233.36 | 208.15 | 0.87 | 872.73 | 65.06 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 41-100 | 85 | 3 | B | 157.1 | 6.85 | 245.03 | 372.03 | 354.62 | 1.12 | 1116.27 | 37.10 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-8 | 3 | 4 | A | 136.4 | 6.78 | 160.59 | 269.6 | 225.98 | 0.67 | 666.06 | 98.23 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 8-19 | 15 | 4 | A | 118.2 | 6.82 | 258.62 | 352.98 | 324.19 | 0.67 | 667.89 | 69.86 | H ₁ 0-9 cm. A1 coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 19-69 | 42 | 4 | A | 142.5 | 6.84 | 158.67 | 265.2 | 240.72 | 0.84 | 835.75 | 65.34 | H ₂ 9-19 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 69-72 | 70 | 4 | A | 153.1 | 6.84 | 160.37 | 276.23 | 257.76 | 0.99 | 992.00 | 50.18 | H ₂ 19-69 cm. Se semeja a la capa A, coloración café oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 72-100 | 83 | 4 | A | 151.6 | 6.77 | 239.76 | 352.36 | 321.52 | 0.83 | 832.80 | 77.14 | H ₂ 69-72cm. Capa grisáceo, presencia de arena fina. | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-8 | 3 | 4 | B | 136 | 6.7 | 245.04 | 346.67 | 312.31 | 0.69 | 685.21 | 95.18 | H ₆ 72-100cm B ₂ Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 8-19 | 15 | 4 | B | 129.1 | 6.78 | 162.65 | 258.31 | 235.69 | 0.74 | 743.98 | 67.47 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 19-69 | 42 | 4 | B | 141 | 6.6 | 245.42 | 352.07 | 307.57 | 0.63 | 633.05 | 116.25 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 69-72 | 70 | 4 | B | 150.8 | 6.85 | 247.57 | 353.97 | 344.59 | 0.99 | 988.24 | 48.37 | Fecha: 7/3/2003 | Pendiente: 18% |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 72-100 | 83 | 4 | B | 142.2 | 6.7 | 157.86 | 259.89 | 228.89 | 0.72 | 723.50 | 90.76 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-23 | 10 | 5 | A | 117.4 | 7.36 | 244.63 | 340.11 | 298.25 | 0.55 | 546.17 | 105.22 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 23-29 | 27 | 5 | A | 144.6 | 7.54 | 245.52 | 339.19 | 326.25 | 0.82 | 822.31 | 69.78 | H ₁ 0-23 cm. A1 coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 29-51 | 46 | 5 | A | 153.2 | 7.58 | 160.36 | 261.27 | 240.38 | 0.82 | 815.08 | 81.98 | H ₂ 23-27 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 51-55 | 53 | 5 | A | 147.4 | 7.5 | 244.83 | 356.37 | 342.39 | 0.99 | 993.74 | 43.40 | H ₂ 27-51 cm. Se semeja a la capa A, coloración café oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 55-100 | 66 | 5 | A | 126.4 | 7.51 | 245.43 | 323.84 | 297.68 | 0.53 | 532.21 | 127.54 | H ₂ 51-55cm Capa grisáceo, presencia de arena fina. | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-23 | 10 | 5 | B | 112.2 | 7.73 | 242.49 | 343.21 | 309.21 | 0.68 | 679.60 | 56.58 | H ₆ 55-100cm B ₂ Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 23-29 | 27 | 5 | B | 125.8 | 7.57 | 242.03 | 335.44 | 322.43 | 0.82 | 818.95 | 47.05 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 29-51 | 46 | 5 | B | 135.3 | 7.67 | 240.96 | 349.81 | 337.4 | 0.98 | 982.33 | 32.34 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 51-55 | 53 | 5 | B | 150.1 | 7.8 | 240.29 | 354.87 | 350.48 | 1.12 | 1122.38 | 29.14 | Fecha: 17/3/2003 | Pendiente: 24% |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 55-100 | 66 | 5 | B | 129.8 | 7.58 | 243.72 | 330.34 | 307.12 | 0.65 | 645.79 | 92.78 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-19 | 3 | 6 | A | 118.3 | 7.67 | 258.62 | 334.72 | 312 | 0.54 | 543.72 | 107.25 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 19-31 | 15 | 6 | A | 121.2 | 7.52 | 160.58 | 253.33 | 235.53 | 0.76 | 763.43 | 51.67 | H ₁ 0-19 cm. Ao coloración marrón oscuro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 31-48 | 42 | 6 | A | 119.7 | 7.44 | 244.94 | 333.02 | 312.54 | 0.69 | 688.57 | 66.07 | H ₂ 19-31cm Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fina | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 48-62 | 70 | 6 | A | 130.8 | 7.59 | 244.64 | 336.05 | 298.19 | 0.55 | 545.46 | 130.08 | H ₃ 31-48 cm. Se semeja a la capa A, coloración café oscuro, conglomer | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 62-100 | 83 | 6 | A | 148.2 | 7.37 | 157.86 | 254.6 | 239.37 | 0.83 | 830.25 | 72.78 | H ₄ 48-62cm Capa grisáceo, presencia de arena fina. | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 62-100 | 92 | 6 | A | 120.4 | 7.65 | 245.08 | 325.59 | 306.79 | 0.63 | 628.57 | 82.71 | H ₄ 62-100cm B ₂ Coloración café oscuro marrón claro | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 0-19 | 3 | 6 | B | 118 | 7.56 | 241.95 | 318.03 | 286.95 | 0.46 | 458.37 | 145.42 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 19-31 | 15 | 6 | B | 126.3 | 7.61 | 232.88 | 327.85 | 303.15 | 0.72 | 715.76 | 68.91 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 31-48 | 42 | 6 | B | 144 | 7.54 | 158.66 | 246.83 | 217.92 | 0.60 | 603.62 | 130.27 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 48-62 | 70 | 6 | B | 175.3 | 7.56 | 159.15 | 265.09 | 229.75 | 0.72 | 719.12 | 137.59 | Fecha: 17/3/2003 | Pendiente: 18% |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 62-100 | 83 | 6 | B | 132.91 | 7.73 | 238.88 | 368.79 | 353.55 | 1.17 | 1168.02 | 9.17 | | |
| Caño Negro | Potrero | 1 | 62-100 | 92 | 6 | B | 130.2 | 7.48 | 162.63 | 251.51 | 236.16 | 0.75 | 748.97 | 66.90 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 0-10 | 6 | 1 | A | 127.7 | 5.12 | 246.61 | 354.23 | 322.01 | 0.77 | 768.02 | 62.57 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 10-21 | 15 | 1 | A | 100.6 | 5.09 | 161.54 | 245.84 | 231.12 | 0.71 | 708.73 | 37.27 | H ₁ 0-11 cm. At Coloración de un marrón claro. | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 21-24 | 24 | 1 | A | 120.1 | 7.41 | 160.83 | 252.44 | 229.62 | 0.70 | 700.69 | 63.82 | H ₂ 11-20cm Arena muy fina | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 24-58 | 43 | 1 | A | 137.1 | 7.47 | 243.83 | 351.77 | 318.08 | 0.76 | 756.30 | 74.59 | H ₂ 20-25 cm. At, asentamiento en capa leve, de una capa orgánica. | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 58-62 | 58 | 1 | A | 129.3 | 7.54 | 244.62 | 356.17 | 344.59 | 1.02 | 1018.28 | 21.80 | H ₂ 25-58 cm. Bt, café oscuro | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 62-100 | 82 | 1 | A | 141.8 | 7.51 | 240.76 | 356.08 | 316.76 | 0.77 | 774.13 | 76.70 | H ₂ 58-62 cm. Arena fina | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 0-10 | 6 | 1 | B | 122.5 | 4.99 | 160.39 | 262.15 | 235.96 | 0.77 | 769.75 | 55.50 | H ₂ 62-100 cm. Bt, Tierra muy fina. | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 10-21 | 15 | 1 | B | 115.8 | 4.94 | 158.66 | 256.64 | 231.81 | 0.75 | 745.10 | 51.55 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 21-24 | 24 | 1 | B | 137.5 | 7.44 | 242.55 | 352.59 | 315.97 | 0.75 | 747.85 | 77.15 | Fecha: 19/3/2003 | Pendiente: 16% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|---|--------|----|---|---|--------|-------|--------|--------|--------|------|---------|--------|--|----------------|
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 24-58 | 43 | 1 | B | 132.4 | 7.6 | 160.57 | 275.55 | 258.71 | 1.00 | 999.64 | 27.17 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 58-62 | 58 | 1 | B | 130.5 | 7.4 | 246.64 | 362.27 | 344.52 | 1.00 | 997.00 | 25.77 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 62-100 | 82 | 1 | B | 141.3 | 7.73 | 160.86 | 271.62 | 235.27 | 0.76 | 757.93 | 79.51 | | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 0-14 | 4 | 2 | A | 118 | 7.37 | 162.63 | 255.71 | 227.78 | 0.66 | 663.61 | 69.81 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 14-32 | 16 | 2 | A | 113.3 | 7.59 | 158.24 | 253.68 | 240.35 | 0.84 | 836.36 | 28.74 | H ₁ 0-14 cm. Ao coloración marrón oscuro, abundancia de raíces. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 32-41 | 33 | 2 | A | 117.3 | 7.57 | 243.38 | 328.54 | 295.48 | 0.53 | 530.69 | 110.61 | H ₂ 14-32cm Arena muy fina | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 41-83 | 77 | 2 | A | 153.2 | 7.54 | 161.65 | 291.28 | 269.57 | 1.10 | 1099.26 | 34.97 | H ₃ 32-41 cm. At, asentamiento en capa leve, de una capa orgánica. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 83-100 | 93 | 2 | A | 128.9 | 7.52 | 157.86 | 267.34 | 253.91 | 0.98 | 978.36 | 26.37 | H ₄ 41-83 cm. Et, café oscuro | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 0-14 | 4 | 2 | B | 110.9 | 7.55 | 158.4 | 245.05 | 218.23 | 0.61 | 609.42 | 72.74 | H ₁ 83-100 cm. Arena fina sobre la base del perfil. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 14-32 | 16 | 2 | B | 101 | 7.36 | 160.73 | 239.98 | 226.31 | 0.49 | 490.65 | 93.92 | | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 32-41 | 33 | 2 | B | 110.4 | 7.59 | 238.86 | 326.37 | 287.03 | 0.67 | 667.99 | 57.12 | | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 41-83 | 77 | 2 | B | 148.3 | 7.52 | 159.13 | 277.73 | 251.81 | 0.94 | 944.03 | 51.90 | Fecha: 19/3/2003 | Pendiente: 38% |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 83-100 | 93 | 2 | B | 139 | 7.4 | 158.24 | 278.33 | 252.78 | 0.96 | 962.97 | 39.20 | | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 0-16 | 3 | 3 | A | 106.6 | 7.02 | 243.5 | 329.67 | 299.19 | 0.57 | 567.25 | 78.81 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 16-42 | 15 | 3 | A | 112.6 | 6.98 | 159.15 | 262.6 | 234.85 | 0.77 | 769.04 | 39.89 | H ₁ 0-11 cm. Ao coloración marrón oscuro | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 42-55 | 22 | 3 | A | 118.2 | 7.06 | 121.86 | 227.19 | 205.39 | 0.85 | 850.86 | 33.05 | H ₂ 11-20cm Transición a la arenisca, forma parte de la capa A. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 55-100 | 46 | 3 | A | 120.8 | 8.07 | 122.6 | 229.18 | 206.87 | 0.86 | 858.37 | 33.77 | H ₂ 20-25 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fir | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 0-16 | 3 | 3 | B | 97.26 | 5.17 | 160.57 | 257.83 | 225.18 | 0.66 | 658.11 | 42.53 | H ₁ 25-58 cm. Et, Tierra muy fina. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 16-42 | 15 | 3 | B | 112.6 | 6.98 | 159.15 | 262.6 | 234.85 | 0.77 | 769.04 | 39.89 | H ₁ 58-62 cm. Et, Tierra muy fina. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 42-55 | 22 | 3 | B | 107.44 | 8.13 | 159.61 | 267.05 | 243.86 | 0.86 | 858.16 | 17.88 | H ₁ 62-100 cm. Et, Tierra muy fina. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 55-100 | 46 | 3 | B | 102.4 | 8.08 | 255.72 | 358.12 | 334.13 | 0.80 | 798.68 | 20.29 | Fecha: 21/3/2003 | Pendiente: 62% |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 0-22 | 16 | 4 | A | 130.2 | 7.23 | 117.71 | 234.87 | 213.87 | 0.98 | 979.48 | 27.88 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 22-30 | 25 | 4 | A | 111.9 | 7.34 | 162.63 | 264.99 | 245.01 | 0.84 | 839.11 | 26.92 | H ₁ 0-22 cm. At coloración marrón oscuro | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 30-53 | 38 | 4 | A | 126.9 | 10.52 | 122.47 | 246.73 | 215.44 | 0.95 | 946.98 | 25.18 | H ₂ 22-30cm Transición a la arenisca, forma parte de la capa A. | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 53-100 | 82 | 4 | A | 123.4 | 6.92 | 243.73 | 357.43 | 332.28 | 0.90 | 901.96 | 31.54 | H ₃ 30-53 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fir | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 0-22 | 16 | 4 | B | 122.6 | 7.31 | 115.52 | 228.23 | 206.29 | 0.92 | 924.57 | 27.01 | H ₁ 53-83cm Et | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 22-30 | 25 | 4 | B | 110.1 | 7.5 | 119.27 | 219.58 | 204.48 | 0.87 | 867.94 | 20.41 | H ₁ 83-100cm Capa Gris oscura (Arena Fina) | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 30-53 | 38 | 4 | B | 135.6 | 16.42 | 243.39 | 358.09 | 332.52 | 0.91 | 907.87 | 33.71 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 53-100 | 82 | 4 | B | 123.4 | 6.92 | 243.73 | 357.43 | 332.28 | 0.90 | 901.96 | 31.54 | Fecha: 21/3/2003 | Pendiente: 38% |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 0-48 | 12 | 5 | A | 137.5 | 9.41 | 248.67 | 354.58 | 342.74 | 0.96 | 958.19 | 36.16 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 48-71 | 49 | 5 | A | 132.5 | 9.08 | 245.08 | 342.95 | 325.97 | 0.82 | 823.94 | 52.58 | H ₁ 0-48 cm. At coloración marrón oscuro | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 71-74 | 71 | 5 | A | 151.1 | 9.11 | 243.38 | 357.28 | 350.5 | 1.09 | 1091.11 | 32.55 | H ₂ 48-71 cm Aw Cambio de Coloración, Transición. | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 74-100 | 84 | 5 | A | 160 | 9.15 | 241.58 | 363.73 | 339.34 | 1.00 | 995.98 | 54.27 | H ₂ 71-74 cm. Capa Tobacica caracterizada por la presencia de arena fir | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 0-48 | 12 | 5 | B | 151.5 | 9.36 | 244.96 | 365.11 | 351 | 1.08 | 1080.11 | 34.04 | H ₁ 71-74cm Et | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 48-71 | 49 | 5 | B | 139.6 | 9.24 | 244.62 | 352.7 | 329.31 | 0.86 | 862.64 | 53.93 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 71-74 | 71 | 5 | B | 163.9 | 9.09 | 243.53 | 368.47 | 351.64 | 1.10 | 1101.20 | 43.20 | | |
| Río Chiquito | Potrero | 1 | 74-100 | 84 | 5 | B | 165.8 | 9.07 | 158.25 | 286.69 | 262.91 | 1.07 | 1066.06 | 49.75 | Fecha: 22/4/2003 | Pendiente: 41% |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 0-34 | 3 | 6 | A | 135.3 | 9.18 | 243.68 | 345.86 | 331.81 | 0.90 | 897.68 | 43.11 | Los horizontes observados en el perfil se destacan: | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 34-68 | 24 | 6 | A | 97.2 | 9.17 | 243.83 | 319.34 | 315.16 | 0.73 | 726.56 | 23.41 | H ₁ 0-2 cm. OH material orgánico. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 68-77 | 36 | 6 | A | 116.3 | 9.12 | 160.87 | 250.07 | 243.79 | 0.84 | 844.61 | 29.26 | H ₂ 2-34cm At Capa fértil. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 77-100 | 75 | 6 | A | 116.4 | 9.12 | 242.96 | 337.18 | 329.56 | 0.88 | 882.10 | 23.88 | H ₂ 34-68 cm. Aw Capa oscura marrón claro. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 0-34 | 3 | 6 | B | 134.5 | 9.16 | 245.49 | 347.31 | 333.55 | 0.90 | 896.97 | 42.33 | H ₁ 68-77cm Capa de Arena fina sobre suelo en partes rojizos | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 34-68 | 24 | 6 | B | 114 | 9.2 | 251.35 | 334.61 | 331.4 | 0.82 | 815.38 | 30.92 | H ₁ 77-100cm Arena fina con parches en el suelo de gris oscuro. | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 68-77 | 36 | 6 | B | 120.9 | 9.23 | 244.96 | 341.76 | 333.58 | 0.90 | 902.67 | 26.01 | | |
| Río Chiquito | Bosque | 1 | 77-100 | 75 | 6 | B | 103.6 | 9.11 | 161.92 | 241.46 | 234.12 | 0.74 | 735.42 | 30.87 | Fecha: 22/4/2003 | Pendiente: 72% |

Fuente: Datos de campo

Excel

Nota:

Prof(cm.) : Profundidad
 Dens.ap (g.cm⁻³) : Densidad aparente
 Des.Est :Desviación estándar
 CV(%) :Coeficiente de variación
 n :Numero de muestras

Apéndice 3. Resultados de los datos obtenidos en campo con respecto a biomasa y densidad aparente. Agosto 2003

| Sitio | Cobertura | Profun(cm) | Den (g/cm3) | Suelo | < 6 mm(kg/ha) | > 6 mm (kg/ha) | Bio T. (kg/ha) | Den (g/cm3) | Bio T. (kg/ha) |
|--------------|-----------|------------|-------------|-------|---------------|----------------|----------------|-------------|----------------|
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0,77 | 1 | 560,54 | 0,00 | 560,54 | 0,77 | 560,54 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 0,71 | 1 | 308,69 | 0,00 | 308,69 | 0,71 | 308,69 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 0,70 | 1 | 189,71 | 0,00 | 189,71 | 0,70 | 189,71 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 0,76 | 1 | 204,77 | 0,00 | 204,77 | 0,76 | 204,77 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 0,76 | 1 | 249,28 | 0,00 | 249,28 | 0,76 | 249,28 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 1,02 | 1 | 335,64 | 0,00 | 335,64 | 1,02 | 335,64 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0,78 | 1 | 109,35 | 0,00 | 109,35 | 0,78 | 109,35 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 0,78 | 1 | 91,13 | 0,00 | 91,13 | 0,78 | 91,13 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 0,78 | 1 | 91,13 | 0,00 | 91,13 | 0,78 | 91,13 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 0,78 | 1 | 82,02 | 0,00 | 82,02 | 0,78 | 82,02 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0,77 | 1 | 1332,02 | 0,00 | 1332,02 | 0,77 | 1332,02 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 0,75 | 1 | 377,16 | 0,00 | 377,16 | 0,75 | 377,16 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 0,75 | 1 | 299,32 | 0,00 | 299,32 | 0,75 | 299,32 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 1,00 | 1 | 294,19 | 0,00 | 294,19 | 1,00 | 294,19 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 1,00 | 1 | 847,26 | 0,00 | 847,26 | 1,00 | 847,26 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 0,76 | 1 | 276,59 | 0,00 | 276,59 | 0,76 | 276,59 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0,76 | 1 | 115,99 | 0,00 | 115,99 | 0,76 | 115,99 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 0,76 | 1 | 151,68 | 0,00 | 151,68 | 0,76 | 151,68 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 0,76 | 1 | 187,37 | 0,00 | 187,37 | 0,76 | 187,37 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 0,76 | 1 | 80,30 | 0,00 | 80,30 | 0,76 | 80,30 |
| Rio Chiquito | Bosque | 0-10 | 0,66 | 1 | 2601,36 | 296,85 | 2898,21 | 0,66 | 2898,21 |
| Rio Chiquito | Bosque | 10-20 | 0,84 | 1 | 955,01 | 0,00 | 955,01 | 0,84 | 955,01 |
| Rio Chiquito | Bosque | 20-30 | 0,84 | 1 | 147,68 | 0,00 | 147,68 | 0,84 | 147,68 |
| Rio Chiquito | Bosque | 30-40 | 0,53 | 1 | 81,21 | 0,00 | 81,21 | 0,53 | 81,21 |
| Rio Chiquito | Bosque | 40-50 | 1,10 | 1 | 750,54 | 0,00 | 750,54 | 1,10 | 750,54 |
| Rio Chiquito | Bosque | 50-60 | 1,10 | 1 | 181,16 | 0,00 | 181,16 | 1,10 | 181,16 |
| Rio Chiquito | Bosque | 60-70 | 1,10 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Bosque | 70-80 | 1,10 | 1 | 51,76 | 0,00 | 51,76 | 1,10 | 51,76 |
| Rio Chiquito | Bosque | 80-90 | 0,98 | 1 | 23,03 | 0,00 | 23,03 | 0,98 | 23,03 |
| Rio Chiquito | Bosque | 90-100 | 0,98 | 1 | 23,03 | 0,00 | 23,03 | 0,98 | 23,03 |
| Rio Chiquito | Bosque | 0-10 | 0,61 | 1 | 473,48 | 365,87 | 839,36 | 0,61 | 839,36 |
| Rio Chiquito | Bosque | 10-20 | 0,49 | 1 | 1467,07 | 745,09 | 2212,16 | 0,49 | 2212,16 |
| Rio Chiquito | Bosque | 20-30 | 0,49 | 1 | 236,81 | 0,00 | 236,81 | 0,49 | 236,81 |
| Rio Chiquito | Bosque | 30-40 | 0,67 | 1 | 424,63 | 0,00 | 424,63 | 0,67 | 424,63 |
| Rio Chiquito | Bosque | 40-50 | 0,95 | 1 | 866,81 | 0,00 | 866,81 | 0,95 | 866,81 |
| Rio Chiquito | Bosque | 50-60 | 0,95 | 1 | 88,90 | 1566,92 | 1655,82 | 0,95 | 1655,82 |
| Rio Chiquito | Bosque | 60-70 | 0,95 | 1 | 22,23 | 0,00 | 22,23 | 0,95 | 22,23 |
| Rio Chiquito | Bosque | 70-80 | 0,95 | 1 | 77,79 | 0,00 | 77,79 | 0,95 | 77,79 |
| Rio Chiquito | Bosque | 80-90 | 0,96 | 1 | 68,02 | 0,00 | 68,02 | 0,96 | 68,02 |
| Rio Chiquito | Bosque | 90-100 | 0,96 | 1 | 22,67 | 0,00 | 22,67 | 0,96 | 22,67 |
| Rio Chiquito | Bosque | 0-10 | 0,57 | 1 | 954,89 | 560,92 | 1515,81 | 0,57 | 1515,81 |
| Rio Chiquito | Bosque | 10-20 | 0,77 | 1 | 325,90 | 0,00 | 325,90 | 0,77 | 325,90 |
| Rio Chiquito | Bosque | 20-30 | 0,77 | 1 | 45,26 | 0,00 | 45,26 | 0,77 | 45,26 |
| Rio Chiquito | Bosque | 30-40 | 0,77 | 1 | 81,48 | 0,00 | 81,48 | 0,77 | 81,48 |
| Rio Chiquito | Bosque | 40-50 | 0,85 | 1 | 30,05 | 701,13 | 731,18 | 0,85 | 731,18 |
| Rio Chiquito | Bosque | 50-60 | 0,86 | 1 | 111,15 | 394,07 | 505,22 | 0,86 | 505,22 |
| Rio Chiquito | Bosque | 60-70 | 0,86 | 1 | 454,70 | 293,03 | 747,73 | 0,86 | 747,73 |
| Rio Chiquito | Bosque | 70-80 | 0,86 | 1 | 171,78 | 0,00 | 171,78 | 0,86 | 171,78 |
| Rio Chiquito | Bosque | 80-90 | 0,86 | 1 | 262,72 | 0,00 | 262,72 | 0,86 | 262,72 |
| Rio Chiquito | Bosque | 90-100 | 0,86 | 1 | 90,94 | 1364,11 | 1455,05 | 0,86 | 1455,05 |
| Rio Chiquito | Bosque | 0-10 | 0,66 | 1 | 1115,59 | 1588,16 | 2703,75 | 0,66 | 2703,75 |
| Rio Chiquito | Bosque | 10-20 | 0,77 | 1 | 660,86 | 0,00 | 660,86 | 0,77 | 660,86 |
| Rio Chiquito | Bosque | 20-30 | 0,77 | 1 | 271,59 | 0,00 | 271,59 | 0,77 | 271,59 |
| Rio Chiquito | Bosque | 30-40 | 0,77 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,77 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Bosque | 40-50 | 0,86 | 1 | 80,82 | 0,00 | 80,82 | 0,86 | 80,82 |
| Rio Chiquito | Bosque | 50-60 | 0,80 | 1 | 310,26 | 0,00 | 310,26 | 0,80 | 310,26 |
| Rio Chiquito | Bosque | 60-70 | 0,80 | 1 | 112,82 | 0,00 | 112,82 | 0,80 | 112,82 |
| Rio Chiquito | Bosque | 70-80 | 0,80 | 1 | 56,41 | 0,00 | 56,41 | 0,80 | 56,41 |
| Rio Chiquito | Bosque | 80-90 | 0,80 | 1 | 169,23 | 0,00 | 169,23 | 0,80 | 169,23 |
| Rio Chiquito | Bosque | 90-100 | 0,80 | 1 | 282,06 | 0,00 | 282,06 | 0,80 | 282,06 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0,98 | 1 | 795,58 | 0,00 | 795,58 | 0,98 | 795,58 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 0,98 | 1 | 219,07 | 0,00 | 219,07 | 0,98 | 219,07 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 0,84 | 1 | 256,82 | 0,00 | 256,82 | 0,84 | 256,82 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 0,95 | 1 | 11,15 | 0,00 | 11,15 | 0,95 | 11,15 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 0,95 | 1 | 11,15 | 0,00 | 11,15 | 0,95 | 11,15 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 0,90 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0,90 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 0,90 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 0,90 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 0,90 | 1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0,93 | 1 | 6530,32 | 0,00 | 6530,32 | 0,93 | 6530,32 |

| | | | | | | | | | |
|--------------|---------|--------|------|---|---------|---------|---------|------|---------|
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0.90 | 1 | 63.71 | 0.00 | 63.71 | 0.90 | 63.71 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 0.90 | 1 | 53.09 | 0.00 | 53.09 | 0.90 | 53.09 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 0.90 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 0.90 | 1 | 21.24 | 0.00 | 21.24 | 0.90 | 21.24 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0.96 | 1 | 778.29 | 0.00 | 778.29 | 0.96 | 778.29 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 0.96 | 1 | 281.99 | 0.00 | 281.99 | 0.96 | 281.99 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 0.96 | 1 | 755.73 | 0.00 | 755.73 | 0.96 | 755.73 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 0.96 | 1 | 112.80 | 0.00 | 112.80 | 0.96 | 112.80 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 0.96 | 1 | 101.52 | 0.00 | 101.52 | 0.96 | 101.52 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 0.83 | 1 | 38.80 | 0.00 | 38.80 | 0.83 | 38.80 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0.83 | 1 | 77.59 | 0.00 | 77.59 | 0.83 | 77.59 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 1.09 | 1 | 25.69 | 0.00 | 25.69 | 1.09 | 25.69 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 1.00 | 1 | 340.01 | 0.00 | 340.01 | 1.00 | 340.01 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 1.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 1.08 | 1 | 445.02 | 0.00 | 445.02 | 1.08 | 445.02 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 1.08 | 1 | 190.72 | 0.00 | 190.72 | 1.08 | 190.72 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 1.08 | 1 | 572.17 | 0.00 | 572.17 | 1.08 | 572.17 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 1.08 | 1 | 139.86 | 0.00 | 139.86 | 1.08 | 139.86 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 1.08 | 1 | 178.01 | 1093.48 | 1271.48 | 1.08 | 1271.48 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 0.86 | 1 | 50.77 | 0.00 | 50.77 | 0.86 | 50.77 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0.86 | 1 | 40.62 | 0.00 | 40.62 | 0.86 | 40.62 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 1.10 | 1 | 25.93 | 0.00 | 25.93 | 1.10 | 25.93 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 1.07 | 1 | 25.10 | 0.00 | 25.10 | 1.07 | 25.10 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 1.07 | 1 | 37.65 | 0.00 | 37.65 | 1.07 | 37.65 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0.90 | 1 | 433.26 | 993.33 | 1426.59 | 0.90 | 1426.59 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 0.90 | 1 | 348.72 | 0.00 | 348.72 | 0.90 | 348.72 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 0.90 | 1 | 813.68 | 8094.57 | 8908.26 | 0.90 | 8908.26 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 0.73 | 1 | 307.90 | 0.00 | 307.90 | 0.73 | 307.90 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 0.73 | 1 | 555.94 | 0.00 | 555.94 | 0.73 | 555.94 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 0.73 | 1 | 213.82 | 0.00 | 213.82 | 0.73 | 213.82 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0.73 | 1 | 25.66 | 0.00 | 25.66 | 0.73 | 25.66 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 0.85 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.85 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 0.88 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.88 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 0.88 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.88 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 0-10 | 0.90 | 1 | 538.51 | 211.18 | 749.68 | 0.90 | 749.68 |
| Rio Chiquito | Potrero | 10-20 | 0.90 | 1 | 591.30 | 580.74 | 1172.04 | 0.90 | 1172.04 |
| Rio Chiquito | Potrero | 20-30 | 0.90 | 1 | 696.89 | 5205.56 | 5902.45 | 0.90 | 5902.45 |
| Rio Chiquito | Potrero | 30-40 | 0.82 | 1 | 499.12 | 0.00 | 499.12 | 0.82 | 499.12 |
| Rio Chiquito | Potrero | 40-50 | 0.82 | 1 | 182.37 | 0.00 | 182.37 | 0.82 | 182.37 |
| Rio Chiquito | Potrero | 50-60 | 0.82 | 1 | 38.39 | 0.00 | 38.39 | 0.82 | 38.39 |
| Rio Chiquito | Potrero | 60-70 | 0.82 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.82 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 70-80 | 0.90 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 80-90 | 0.74 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 |
| Rio Chiquito | Potrero | 90-100 | 0.74 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 1.04 | 1 | 2677.15 | 0.00 | 2677.15 | 1.04 | 2677.15 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.30 | 1 | 504.16 | 0.00 | 504.16 | 0.30 | 504.16 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.73 | 1 | 447.06 | 0.00 | 447.06 | 0.73 | 447.06 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.33 | 1 | 81.38 | 0.00 | 81.38 | 0.33 | 81.38 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.51 | 1 | 285.47 | 0.00 | 285.47 | 0.51 | 285.47 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.75 | 1 | 61.44 | 0.00 | 61.44 | 0.75 | 61.44 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.75 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.63 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.63 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 1.10 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.10 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 1.10 | 1 | 25.77 | 0.00 | 25.77 | 1.10 | 25.77 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.32 | 1 | 461.07 | 0.00 | 461.07 | 0.32 | 461.07 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.58 | 1 | 338.97 | 0.00 | 338.97 | 0.58 | 338.97 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.70 | 1 | 8.26 | 0.00 | 8.26 | 0.70 | 8.26 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.99 | 1 | 150.66 | 0.00 | 150.66 | 0.99 | 150.66 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.57 | 1 | 363.70 | 0.00 | 363.70 | 0.57 | 363.70 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.43 | 1 | 407.43 | 0.00 | 407.43 | 0.43 | 407.43 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.43 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |

| | | | | | | | | | |
|------------|--------|--------|------|---|---------|---------|---------|------|---------|
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.69 | 1 | 96.68 | 0.00 | 96.68 | 0.69 | 96.68 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.69 | 1 | 88.62 | 0.00 | 88.62 | 0.69 | 88.62 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.69 | 1 | 88.62 | 0.00 | 88.62 | 0.69 | 88.62 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.51 | 1 | 234.05 | 0.00 | 234.05 | 0.51 | 234.05 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.53 | 1 | 68.93 | 0.00 | 68.93 | 0.53 | 68.93 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.88 | 1 | 331.86 | 0.00 | 331.86 | 0.88 | 331.86 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.98 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.98 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.85 | 1 | 498.99 | 0.00 | 498.99 | 0.85 | 498.99 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.53 | 1 | 86.75 | 0.00 | 86.75 | 0.53 | 86.75 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.53 | 1 | 526.72 | 0.00 | 526.72 | 0.53 | 526.72 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.49 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.49 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.80 | 1 | 65.87 | 0.00 | 65.87 | 0.80 | 65.87 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.80 | 1 | 37.64 | 0.00 | 37.64 | 0.80 | 37.64 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.54 | 1 | 63.00 | 1045.78 | 1108.78 | 0.54 | 1108.78 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.40 | 1 | 9.33 | 0.00 | 9.33 | 0.40 | 9.33 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.40 | 1 | 657.67 | 0.00 | 657.67 | 0.40 | 657.67 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.40 | 1 | 167.92 | 853.58 | 1021.49 | 0.40 | 1021.49 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.60 | 1 | 269.26 | 0.00 | 269.26 | 0.60 | 269.26 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.93 | 1 | 230.07 | 1698.15 | 1928.22 | 0.93 | 1928.22 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.93 | 1 | 843.60 | 0.00 | 843.60 | 0.93 | 843.60 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.48 | 1 | 22.45 | 0.00 | 22.45 | 0.48 | 22.45 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.64 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.64 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.64 | 1 | 60.14 | 0.00 | 60.14 | 0.64 | 60.14 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.71 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.71 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.53 | 1 | 87.07 | 0.00 | 87.07 | 0.53 | 87.07 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.53 | 1 | 211.46 | 0.00 | 211.46 | 0.53 | 211.46 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.53 | 1 | 24.88 | 0.00 | 24.88 | 0.53 | 24.88 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.50 | 2 | 1043.45 | 0.00 | 1043.45 | 0.50 | 1043.45 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.76 | 2 | 645.85 | 0.00 | 645.85 | 0.76 | 645.85 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.72 | 2 | 8.47 | 0.00 | 8.47 | 0.72 | 8.47 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.93 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.93 | 2 | 10.99 | 0.00 | 10.99 | 0.93 | 10.99 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.93 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.93 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.93 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.93 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.91 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.91 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.57 | 2 | 1506.65 | 0.00 | 1506.65 | 0.57 | 1506.65 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.61 | 2 | 799.32 | 0.00 | 799.32 | 0.61 | 799.32 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.90 | 2 | 74.35 | 0.00 | 74.35 | 0.90 | 74.35 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.91 | 2 | 171.82 | 0.00 | 171.82 | 0.91 | 171.82 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.91 | 2 | 32.22 | 0.00 | 32.22 | 0.91 | 32.22 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.91 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.91 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.91 | 2 | 85.91 | 0.00 | 85.91 | 0.91 | 85.91 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.91 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.91 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.91 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.91 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.96 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.46 | 3 | 472.82 | 0.00 | 472.82 | 0.46 | 472.82 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.65 | 3 | 146.18 | 0.00 | 146.18 | 0.65 | 146.18 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.72 | 3 | 321.91 | 0.00 | 321.91 | 0.72 | 321.91 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.93 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.93 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.93 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.93 | 3 | 120.88 | 0.00 | 120.88 | 0.93 | 120.88 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.93 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.93 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.93 | 3 | 219.79 | 0.00 | 219.79 | 0.93 | 219.79 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.91 | 3 | 64.52 | 0.00 | 64.52 | 0.91 | 64.52 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.44 | 3 | 314.95 | 268.48 | 583.44 | 0.44 | 583.44 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.66 | 3 | 115.69 | 0.00 | 115.69 | 0.66 | 115.69 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.90 | 3 | 626.66 | 0.00 | 626.66 | 0.90 | 626.66 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.91 | 3 | 311.43 | 0.00 | 311.43 | 0.91 | 311.43 |

| | | | | | | | | | |
|------------|---------|--------|------|---|--------|---------|---------|------|---------|
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.34 | 1 | 23.67 | 0.00 | 23.67 | 0.34 | 23.67 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.44 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.44 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.44 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.44 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.44 | 1 | 15.63 | 0.00 | 15.63 | 0.44 | 15.63 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.42 | 1 | 366.46 | 0.00 | 366.46 | 0.42 | 366.46 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.42 | 1 | 9.77 | 0.00 | 9.77 | 0.42 | 9.77 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.42 | 1 | 19.54 | 0.00 | 19.54 | 0.42 | 19.54 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.42 | 1 | 34.20 | 0.00 | 34.20 | 0.42 | 34.20 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.44 | 3 | 414.30 | 0.00 | 414.30 | 0.44 | 414.30 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.72 | 3 | 327.95 | 0.00 | 327.95 | 0.72 | 327.95 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 1.07 | 3 | 101.00 | 0.00 | 101.00 | 1.07 | 101.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 1.07 | 3 | 366.12 | 0.00 | 366.12 | 1.07 | 366.12 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.98 | 3 | 57.87 | 0.00 | 57.87 | 0.98 | 57.87 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.98 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.98 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.98 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.98 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.45 | 3 | 404.98 | 0.00 | 404.98 | 0.45 | 404.98 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.69 | 3 | 201.47 | 0.00 | 201.47 | 0.69 | 201.47 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.71 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.71 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.71 | 3 | 50.02 | 0.00 | 50.02 | 0.71 | 50.02 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.71 | 3 | 883.73 | 867.06 | 1750.78 | 0.71 | 1750.78 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.57 | 3 | 33.30 | 0.00 | 33.30 | 0.57 | 33.30 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.57 | 3 | 373.00 | 0.00 | 373.00 | 0.57 | 373.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.76 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.76 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.76 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.76 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.25 | 3 | 237.84 | 0.00 | 237.84 | 0.25 | 237.84 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.75 | 3 | 167.79 | 936.10 | 1103.89 | 0.75 | 1103.89 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.75 | 3 | 150.13 | 0.00 | 150.13 | 0.75 | 150.13 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.75 | 3 | 344.41 | 0.00 | 344.41 | 0.75 | 344.41 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.77 | 3 | 26.98 | 0.00 | 26.98 | 0.77 | 26.98 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.58 | 3 | 376.56 | 1040.69 | 1417.25 | 0.58 | 1417.25 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.58 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.28 | 3 | 142.87 | 0.00 | 142.87 | 0.28 | 142.87 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.72 | 3 | 244.97 | 0.00 | 244.97 | 0.72 | 244.97 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.72 | 3 | 67.58 | 0.00 | 67.58 | 0.72 | 67.58 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.72 | 3 | 67.58 | 0.00 | 67.58 | 0.72 | 67.58 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.84 | 3 | 533.86 | 0.00 | 533.86 | 0.84 | 533.86 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.54 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.54 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.54 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.54 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.54 | 3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.54 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.50 | 1 | 192.38 | 361.45 | 553.83 | 0.50 | 553.83 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.28 | 1 | 33.20 | 23.24 | 56.44 | 0.28 | 56.44 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.68 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.68 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.49 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.49 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.49 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.49 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.73 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.73 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.43 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.43 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.43 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.43 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.43 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.44 | 1 | 341.40 | 0.00 | 341.40 | 0.44 | 341.40 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.70 | 1 | 347.34 | 0.00 | 347.34 | 0.70 | 347.34 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.44 | 1 | 15.44 | 0.00 | 15.44 | 0.44 | 15.44 |

| | | | | | | | | | |
|------------|---------|--------|------|---|---------|------|---------|------|---------|
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.51 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.51 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.90 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.90 | 1 | 42.25 | 0.00 | 42.25 | 0.90 | 42.25 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.49 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.49 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.49 | 1 | 194.22 | 0.00 | 194.22 | 0.49 | 194.22 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.67 | 1 | 87.26 | 0.00 | 87.26 | 0.67 | 87.26 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.67 | 1 | 31.73 | 0.00 | 31.73 | 0.67 | 31.73 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.63 | 1 | 22.26 | 0.00 | 22.26 | 0.63 | 22.26 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.41 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.41 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.41 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.97 | 1 | 34.30 | 0.00 | 34.30 | 0.97 | 34.30 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.97 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.97 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.78 | 1 | 627.18 | 0.00 | 627.18 | 0.78 | 627.18 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.91 | 1 | 128.99 | 0.00 | 128.99 | 0.91 | 128.99 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.77 | 1 | 9.05 | 0.00 | 9.05 | 0.77 | 9.05 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.77 | 1 | 18.10 | 0.00 | 18.10 | 0.77 | 18.10 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.71 | 1 | 50.33 | 0.00 | 50.33 | 0.71 | 50.33 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.71 | 1 | 8.39 | 0.00 | 8.39 | 0.71 | 8.39 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.68 | 1 | 40.17 | 0.00 | 40.17 | 0.68 | 40.17 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.66 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.66 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.66 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.66 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.68 | 1 | 2756.39 | 0.00 | 2756.39 | 0.68 | 2756.39 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 1.08 | 1 | 494.24 | 0.00 | 494.24 | 1.08 | 494.24 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.74 | 1 | 104.89 | 0.00 | 104.89 | 0.74 | 104.89 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.74 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.74 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.74 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.74 | 1 | 25.98 | 0.00 | 25.98 | 0.74 | 25.98 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.65 | 1 | 15.32 | 0.00 | 15.32 | 0.65 | 15.32 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.80 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.80 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.80 | 1 | 47.19 | 0.00 | 47.19 | 0.80 | 47.19 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.38 | 1 | 1506.91 | 0.00 | 1506.91 | 0.38 | 1506.91 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.60 | 1 | 245.84 | 0.00 | 245.84 | 0.60 | 245.84 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.60 | 1 | 63.22 | 0.00 | 63.22 | 0.60 | 63.22 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.60 | 1 | 49.17 | 0.00 | 49.17 | 0.60 | 49.17 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.60 | 1 | 21.07 | 0.00 | 21.07 | 0.60 | 21.07 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.60 | 1 | 42.14 | 0.00 | 42.14 | 0.60 | 42.14 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.60 | 1 | 28.10 | 0.00 | 28.10 | 0.60 | 28.10 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.51 | 1 | 11.98 | 0.00 | 11.98 | 0.51 | 11.98 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.92 | 1 | 54.03 | 0.00 | 54.03 | 0.92 | 54.03 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.92 | 1 | 32.42 | 0.00 | 32.42 | 0.92 | 32.42 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.61 | 1 | 882.59 | 0.00 | 882.59 | 0.61 | 882.59 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.50 | 1 | 234.34 | 0.00 | 234.34 | 0.50 | 234.34 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.50 | 1 | 123.03 | 0.00 | 123.03 | 0.50 | 123.03 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.50 | 1 | 35.15 | 0.00 | 35.15 | 0.50 | 35.15 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.50 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.50 | 1 | 41.01 | 0.00 | 41.01 | 0.50 | 41.01 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.50 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.72 | 1 | 76.59 | 0.00 | 76.59 | 0.72 | 76.59 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.92 | 1 | 43.22 | 0.00 | 43.22 | 0.92 | 43.22 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.92 | 1 | 21.61 | 0.00 | 21.61 | 0.92 | 21.61 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.50 | 1 | 1075.86 | 0.00 | 1075.86 | 0.50 | 1075.86 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.68 | 1 | 207.47 | 0.00 | 207.47 | 0.68 | 207.47 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.51 | 1 | 59.38 | 0.00 | 59.38 | 0.51 | 59.38 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.51 | 1 | 35.63 | 0.00 | 35.63 | 0.51 | 35.63 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.99 | 1 | 128.27 | 0.00 | 128.27 | 0.99 | 128.27 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.99 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.99 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 0.00 |

| | | | | | | | | | |
|------------|---------|--------|------|---|---------|---------|---------|------|---------|
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.84 | 1 | 127.90 | 0.00 | 127.90 | 0.84 | 127.90 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.84 | 1 | 39.35 | 0.00 | 39.35 | 0.84 | 39.35 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.84 | 1 | 19.68 | 0.00 | 19.68 | 0.84 | 19.68 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.99 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.99 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.99 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.83 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 0.00 |
| Caño Negro | Potrero | 0-10 | 0.69 | 1 | 1621.28 | 0.00 | 1621.28 | 0.69 | 1621.28 |
| Caño Negro | Potrero | 10-20 | 0.75 | 1 | 367.83 | 0.00 | 367.83 | 0.75 | 367.83 |
| Caño Negro | Potrero | 20-30 | 0.63 | 1 | 171.40 | 0.00 | 171.40 | 0.63 | 171.40 |
| Caño Negro | Potrero | 30-40 | 0.63 | 1 | 119.23 | 0.00 | 119.23 | 0.63 | 119.23 |
| Caño Negro | Potrero | 40-50 | 0.63 | 1 | 104.33 | 0.00 | 104.33 | 0.63 | 104.33 |
| Caño Negro | Potrero | 50-60 | 0.63 | 1 | 67.07 | 0.00 | 67.07 | 0.63 | 67.07 |
| Caño Negro | Potrero | 60-70 | 0.63 | 1 | 14.90 | 0.00 | 14.90 | 0.63 | 14.90 |
| Caño Negro | Potrero | 70-80 | 0.99 | 1 | 34.90 | 0.00 | 34.90 | 0.99 | 34.90 |
| Caño Negro | Potrero | 80-90 | 0.99 | 1 | 34.90 | 0.00 | 34.90 | 0.99 | 34.90 |
| Caño Negro | Potrero | 90-100 | 0.72 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.72 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.55 | 1 | 321.47 | 0.00 | 321.47 | 0.55 | 321.47 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.55 | 1 | 379.33 | 0.00 | 379.33 | 0.55 | 379.33 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.82 | 1 | 174.24 | 0.00 | 174.24 | 0.82 | 174.24 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.82 | 1 | 163.11 | 0.00 | 163.11 | 0.82 | 163.11 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.82 | 1 | 259.06 | 0.00 | 259.06 | 0.82 | 259.06 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 1.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.53 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.53 | 1 | 81.45 | 0.00 | 81.45 | 0.53 | 81.45 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.53 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.53 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.68 | 1 | 256.00 | 536.01 | 792.01 | 0.68 | 792.01 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.68 | 1 | 384.01 | 0.00 | 384.01 | 0.68 | 384.01 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.82 | 1 | 57.84 | 0.00 | 57.84 | 0.82 | 57.84 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.98 | 1 | 69.38 | 0.00 | 69.38 | 0.98 | 69.38 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.98 | 1 | 416.29 | 0.00 | 416.29 | 0.98 | 416.29 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 1.12 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.65 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.65 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.65 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.65 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.54 | 1 | 1107.30 | 0.00 | 1107.30 | 0.54 | 1107.30 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.54 | 1 | 902.48 | 1491.34 | 2393.82 | 0.54 | 2393.82 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.76 | 1 | 2893.80 | 2372.56 | 5266.36 | 0.76 | 5266.36 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.69 | 1 | 32.42 | 0.00 | 32.42 | 0.69 | 32.42 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.69 | 1 | 397.18 | 0.00 | 397.18 | 0.69 | 397.18 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.55 | 1 | 154.10 | 0.00 | 154.10 | 0.55 | 154.10 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 0.83 | 1 | 117.28 | 0.00 | 117.28 | 0.83 | 117.28 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 0.83 | 1 | 840.52 | 0.00 | 840.52 | 0.83 | 840.52 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.63 | 1 | 133.19 | 0.00 | 133.19 | 0.63 | 133.19 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.63 | 1 | 14.80 | 0.00 | 14.80 | 0.63 | 14.80 |
| Caño Negro | Bosque | 0-10 | 0.46 | 1 | 1489.23 | 1861.54 | 3350.78 | 0.46 | 3350.78 |
| Caño Negro | Bosque | 10-20 | 0.46 | 1 | 447.85 | 825.55 | 1273.40 | 0.46 | 1273.40 |
| Caño Negro | Bosque | 20-30 | 0.72 | 1 | 623.51 | 0.00 | 623.51 | 0.72 | 623.51 |
| Caño Negro | Bosque | 30-40 | 0.60 | 1 | 653.72 | 0.00 | 653.72 | 0.60 | 653.72 |
| Caño Negro | Bosque | 40-50 | 0.60 | 1 | 227.38 | 0.00 | 227.38 | 0.60 | 227.38 |
| Caño Negro | Bosque | 50-60 | 0.72 | 1 | 287.82 | 0.00 | 287.82 | 0.72 | 287.82 |
| Caño Negro | Bosque | 60-70 | 1.17 | 1 | 797.48 | 0.00 | 797.48 | 1.17 | 797.48 |
| Caño Negro | Bosque | 70-80 | 1.17 | 1 | 27.50 | 0.00 | 27.50 | 1.17 | 27.50 |
| Caño Negro | Bosque | 80-90 | 0.75 | 1 | 8.82 | 0.00 | 8.82 | 0.75 | 8.82 |
| Caño Negro | Bosque | 90-100 | 0.75 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.00 |

Fuente: Datos de campo

Excel

ANEXOS



Foto 1. Bosque en la parte alta de la cuenca de Caño Negro, ubicada en el mirador de San Gerardo, Santa Elena, Monteverde.



Foto 2. Parte de uno de los brazos de la cuenca del río de Caño Negro, en San Gerardo, Santa Elena, Monteverde.



Foto 3. Parte de potrero, ubicada en la parte superior del bosque en la cuenca del Río Caño Negro.



Foto 4. Calicata para la recolección de las muestras en el sector del bosque sobre la cuenca del Río Caño Negro.



Foto 5. Calicata en el bosque donde se muestra una leve capa de arena volcánica sedimentada en el estrato mas profundo, a unos 20-30 cm de profundidad, en la cuenca de Caño Negro.



Foto 6. Perfil donde se observa los horizontes que componen el suelo, representa el área de pastos dentro de la cuenca de Caño Negro.



Foto 7. Esta zona corresponde a las Nubes de Río Chiquito, donde se observa los parches de bosque remanente.



Foto 8. Dominancia de la actividad ganadera dentro de la cuenca de Río Chiquito.



Foto 9. Parte, media de la cuenca donde se tomaron muestras, esta área corresponde a zona Patios, Tilarán.



Foto 10. Poblado de Río Chiquito, donde se tomaron muestras de suelos.



Foto 11. Perfil del suelo en el potrero de la cuenca de Río Chiquito.



Foto 12. Recolección y marcaje de las muestras de suelo con raíces.



Foto 13. Extracción de las muestras de densidad aparente, por cada horizonte encontrado.



Foto 14. Lavado del material, para la separación del suelo y la tierra, y luego realizar la separarlas por categorías diamétricas.