

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A. ANTECEDENTES.

Probablemente la práctica de conservación de suelos que influye decisivamente en el manejo de los mismos y en el control de su erosión, es la de utilizarlos de acuerdo a su vocación de uso y su aptitud para el riego, que se conoce también como capacidad agrológica, tema que se ha desarrollado en la metodología de clasificación agrológica de los suelos que se basa en estudiar sus características intrínsecas que le permiten sostener determinada actividad agrícola.

El presente trabajo se realizó con el objeto de estudiar la capacidad agrícola y con fines de riego de los suelos de la Finca “Ernesto Molestina” administrada por la ESPE Santo Domingo, la misma que se ubica en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en el Km 28 de la vía Santo Domingo-Quevedo, con una superficie de 17,08 hectáreas (mapa base, Finca Ernesto Molestina, 2007) en las cuales se han venido desarrollando e implementando cultivos tanto perennes como anuales.

La zona donde se encuentra ubicada la finca “Ernesto Molestina” de acuerdo a la clasificación de Zonas de Vida de L. Holdridge, corresponde a la formación ecológica Bosque Húmedo Tropical (bhT). En esta finca se produce actualmente cultivos frutales como cítricos (*Citrus sp*), piña (*Ananas comosus Schult*), maracuyá (*Passiflora edulis Sims*), palmito (*Bactris gassipaes*), yuca (*Manihot esculenta*), papaya (*Carica papaya*) y otros.

La relevante información que genera un estudio de clasificación agrológica de suelos se orienta a brindar las pautas para la mejor utilización de los recursos: suelo y agua, con esto se pretende optimizar y elevar la producción agrícola de la zona de estudio.

La planificación de las actividades agrícolas se basa en una serie de estudios de reconocimiento de suelos y su interacción con el clima, con la geología, cobertura y conservación. Dicho estudio permite evaluar la tierra según parámetros determinados, permitiendo conocer las condiciones del suelo en cuanto a su potencialidad con fines productivos en el ámbito de la agricultura tropical priorizando los cultivos más representativos de la zona, contribuyendo de esta manera a establecer su uso y manejo mas adecuados, adicionalmente permitirá alimentar una base de datos en donde se dispondrá de información sobre las características edafológicas, hidrofísicas y climatológicas de los suelos de la zona de estudio.

El estudio contempla también un análisis de las condiciones climáticas que confirman la necesidad de utilizar riego como complemento a la precipitación natural a fin de cubrir los requerimientos hídricos de los cultivos representativos de la zona.

Considerando que la agricultura es la actividad antrópica que mayor demanda de agua supone a nivel mundial estimada en un 70% de los recursos hídricos en el mundo, es de gran importancia cuantificar los volúmenes requeridos para esta actividad. Para cubrir este aspecto se ha desarrollado el estudio del balance hídrico mediante el acopio de los datos meteorológicos de la zona con un estudio pormenorizado de las características hidrofísicas del suelo y la dinámica de la humedad del suelo en las estaciones seca y lluviosa de la región.

El rendimiento de los cultivos está estrechamente relacionado con el suministro de agua, de ahí la adopción de un sistema de riego que sea necesario cuando la cantidad y distribución de la precipitación durante el ciclo del cultivo no es apropiada. La implementación de estos sistemas involucra un cambio sustancial en la forma de producir, razón por la cual es necesario realizar estudios y clasificación de suelos de acuerdo a su aptitud para el riego para evitar daños ecológicos o el uso inadecuado de los suelos. La información obtenida a nivel de campo es necesario que sea procesada en detalle utilizando programas informáticos que se relacionan con sistemas de información geográfica.

B. OBJETIVOS.

GENERAL.-

- Realizar los estudios de Clasificación Agrológica de suelos con fines de uso agrícola y aptitud para el riego de la Finca “Ernesto Molestina”, para determinar su potencialidad con propósitos agropecuarios.

ESPECÍFICOS.-

- Realizar la caracterización física y química los suelos de la “Finca Ernesto Molestina”, mediante técnicas de muestreo de suelos para determinar categorías de clasificación.
- Estudiar el balance hídrico de recursos y necesidades de la “Finca Ernesto Molestina” de acuerdo a datos meteorológicos correspondientes a 20 años, obtenidos de la Estación Meteorológica “Puerto Ila”.
- Calcular el uso consuntivo y necesidades de riego de los cultivos más representativos en la zona del proyecto, empleando el software Cropwat aprobado por la FAO de acuerdo con la fórmula de Penman Monteith.

- Determinar el estado de humedad del suelo de la finca “Ernesto Molestina”, mediante la instalación de tensiómetros, con su respectiva curva de tensión.
- Dibujar los diferentes mapas temáticos de clasificación, para ejemplificar la distribución de los suelos y proporcionar información que beneficie la planificación del uso de la tierra.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

A. NECESIDAD DE UN ESTUDIO DE SUELOS.

Hull (1980) manifiesta que la conservación de los suelos requiere el uso de cada unidad de terreno conforme a sus necesidades y adaptación.

Uno de los primeros pasos en el estudio de un suelo es su descripción. Para eso se recurre, por lo general, a los rasgos morfológicos, porque son fácilmente observables y reflejan la acción de los procesos formadores del suelo. La actuación de unos u otros procesos proporciona información acerca de las condiciones del medio en el que se ha desarrollado, por su utilidad en obtener información acerca del suelo. (Porta, 2003).

El paso siguiente es clasificar las tierras haciendo un amplio uso de los conocimientos adquiridos por los agricultores prácticos así como del obtenido por medio de experimentos. Una vez establecidas las clases se anotan en el mapa mediante símbolos o colores, el mapa está entonces listo para usarse en forma práctica en la preparación de un plan agronómico de explotación del predio de acuerdo con las normas de conservación de suelos. Para realizar un plan

agronómico completo para un predio se necesitan dos grupos de datos. Las unidades pueden ser mostradas separadamente o como asociaciones de suelo y definidas en términos de unidades taxonómicas. Esta definición está propuesta para excluir mapas que muestran características aisladas como textura, pendiente, profundidad, color o combinaciones arbitrarias de uno o más de ellas; mapas que muestran calidad del suelo como fertilidad o erodabilidad; o mapas que muestren factores genéticos individuales o combinaciones de ellos.

Uno consiste en el estudio de los terrenos, que para mayor conveniencia, se registra en un mapa. El otro comprende algunos informes sobre el aspecto económico de la agricultura, los cuales deben ser lo suficientemente explícitos tanto para el técnico de proyectos agrícolas como para el agricultor. (Ministerio de Agricultura de Venezuela, 1965).

Los peritos en conservación de suelos, observaron que el estudio, para que sea útil al proyectar los planes de explotación, debe ser algo más que un mapa del terreno, una mapa de las erosiones, o un mapa de las pendientes, y ser, sin embargo, más sencillo que cualquiera de estos. No debe basarse en la forma en que esté usando la tierra, la cual puede estar equivocada, pero debe ofrecer una comparación fácil con el uso actual para señalar con claridad los reajustes que sean necesarios. Debe ser minucioso para que permita, cuando se necesite, el empleo de tratamientos por separado, terreno por terreno, o hectárea por hectárea, pero debe ser sencillo y fácil de interpretar. (Hull, 1980).

En síntesis un estudio o levantamiento de suelos cuenta con el reporte de actividades en cuatro partes principales:

- a. Un set de mapas.
- b. Una leyenda de los mapas.
- c. Una descripción de los suelos del área levantada.
- d. Un reporte de uso y manejo.

El uso y el manejo de los informes sirven como guía para la utilización eficiente de la tierra por la descripción de sus capacidades y limitaciones de los suelos estudiados. También contiene información acerca de adaptación de cultivos, especies, potencial productivo, erodabilidad y calidad nutricional de los suelos.

B. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS SUELOS.

1. Procesos de formación del suelo.

Según Heras (1981), periódicamente el suelo recibe agua de las precipitaciones atmosféricas y la cede continuamente con corrientes de agua superficial, subterránea o evaporada. La vegetación extrae nutrientes y luego los cede con sus residuos. Las arcillas son formadas en los estratos inferiores y asimilados en los superiores. Las sales se disuelven y se lavan de los estratos

superiores mediante la infiltración o suben de las capas inferiores y se depositan en las superiores cuando la evaporación es intensa.

Todos estos procesos de transformación, causan su diferenciación en capas, en horizontes genéticos, cuya suma total constituye el suelo. Estos horizontes genéticos, separados o en grupos, se reconocen externamente por su color, textura, estructura y también por la presencia o ausencia de determinados elementos. Estas diferencias externas corresponden a diferencias de composición química, mineralógica y mecánica, así como de propiedades físicas. (Heras, 1981).

2. Descripción de perfiles de suelos.

La finalidad de la descripción de suelos es ofrecer información que permita la comprensión de las características del suelo comparadas con las de otros suelos de los cuales se posee descripciones o información general. La comparación de descripciones de suelos facilita grandemente la presentación de datos mediante un adecuado ordenamiento, autores diferentes pueden tener diferentes puntos de vista a cerca del más lógico orden en la clasificación (FAO, 1977).

3. Perfil edafológico y diferenciación de horizontes: Calicatas.

Según Coronado (2004). Se conoce como calicata a un perfil del suelo y se recomienda que tenga las siguientes medidas 60 cm. de ancho 150 cm. de largo y 150 cm. de profundidad, aunque las medidas pueden variar según el criterio del suelólogo. En este perfil se observan diferentes horizontes y son resultantes de la formación del suelo y son agrupados en seis tipos principales: O, A, E, B, C y R. Las características subordinadas a estos horizontes principales son descritas con letras minúsculas.

- a) Una inspección visual del terreno (in situ).
- b) Toma de muestras.
- c) Realización de algún ensayo de campo.

A cada calicata se le deberá realizar un registro adecuado que pasará a formar parte del informe respectivo. En un suelo normal distinguimos varias capas, denominadas horizontes del suelo. En un perfil del suelo no siempre están presentes todos los horizontes. Esto se debe a dos causas principales:

a) Por la erosión, o sea, el desgaste causado por el agua o el viento, uno o varios horizontes han sido eliminados. Por estos procesos pueden desaparecer el horizonte O (materia orgánica); los horizontes O y A, y, en casos graves, los horizontes O, A y B.

b) Por falta de culminación de los procesos de formación del suelo pueden faltar uno o varios horizontes. Esto es frecuente en las zonas desérticas, donde por la aridez no se han desarrollado las plantas y no se han formado los horizontes O y A. (Coronado, 2004).

4. Reglas de nomenclatura.

Porta (1999), menciona que la presencia de horizontes es el resultado de la evolución o génesis del suelo a partir de un material originario, las reglas cuya utilización se recomienda a continuación:

- a) Los horizontes se designan por medio de letras mayúsculas.
 - b) El proceso principal responsable de la formación del horizonte se indica por letras minúsculas que se añaden al horizonte principal como subíndice o como segundo carácter. Por ej. Bt, representa acumulación de arcilla por movimiento dentro del suelo (translocación)
 - c) Los índices numéricos solo sirven para designar una secuencia en la letra de los horizontes dentro del suelo. Por ej. Bt1, Bt2.
 - d) Los horizontes de transición se designan por la combinación de las letras de los horizontes afectados, sin índices.
- Si las propiedades del horizonte son intermedias, con un cierto predominio de las características de un horizonte sobre las del otro. Por ej. AB (predominan las del A) o BA.

- Si los horizontes principales son claramente identificables, con inclusión de uno de ellos en el otro, se designan ambos separados por una barra. Por ej. A/B o B/A, según cual predomine.

e) Las discontinuidades litológicas se expresan anteponiendo a la letra del horizonte con un número arábigo de forma secuencial. Por ej. A2C (Porta, *et al.* 1999)

Los horizontes genéticos principales se designan atendiendo a su posición en el perfil y al proceso formador preponderante, con la significación que se indica:

Dominación	Definición
H (histos, tejido)	Horizonte orgánico de un suelo orgánico. Formado por acumulación in situ, de materia orgánica en superficie, en un medio saturado de agua durante periodos prolongados. Horizonte de turberas. Denominación FAO.
O (orgánico)	Horizonte orgánico de un suelo mineral. Formado en la parte superior del suelo en condiciones predominantemente aerobias. Contiene un 20% o más de carbono orgánico.
A	Horizonte mineral oscurecido por aportes de materia orgánico. Formado en la parte superior del suelo, o debajo de un O. El relativo oscurecido de su color se debe a la materia orgánica por aportes de hojas,

raíces u otras partes de la planta. Puede haber perdido componentes por eluviación, si bien este proceso no tiene carácter dominante.

E (eluvial)

Horizonte mineral empobrecido por eluviación máxima. Su color claro se debe a que ha perdido uno o más de los siguientes componentes: materia orgánica, hierro o arcilla.

Presenta un enriquecimiento relativo de limo o arena. Se halla debajo de un O o un A y encima de un B. Horizonte de algunos suelos ácidos.

B

Un horizonte mineral en que la estructura de la roca queda borrada y es apenas observable, caracterizado por una o varias de las propiedades siguientes:

- Una concentración eluvial de arcilla silicatada, hierro, aluminio o humus, sola o en combinación.
- Una concentración residual de sesquióxidos relativos a los materiales de partida.
- Una alteración de los materiales a partir de su estado originario por la que se forman arcillas silicatadas, se liberan los óxidos o se forma una estructura granular, en bloques o prismática.

C

Un horizonte o capa mineral de material no consolidado, a partir del cual se supone que se ha

formado el solum, y que no muestra propiedades diagnósticas de ningún otro horizonte dominante.

R Es una capa de roca continua endurecida. La roca de las capas R es suficientemente coherente en húmedo para hacer impracticable la excavación a mano con una laya. La roca puede tener fisuras, pero estas son muy escasas y demasiado pequeñas para un desarrollo radical significativo. Los materiales graviscosos y pedregosos que permiten el desarrollo de las raíces se considera como horizontes C.

Fuente: Porta, 1999.

5. Velocidad de Infiltración.

La infiltración es la penetración del agua en el suelo, y está condicionada por las modificaciones instantáneas del volumen del agua y de la presión en la superficie del suelo cuando este es sometido a una precipitación más o menos intensa, a un riego o a un vertido contaminante. El proceso esta condicionado por los siguientes factores. (Seoáñez, 1999).

- a) Características hidrodinámicas.
- c) Textura.
- d) Estructura.
- e) Condiciones especiales.

La velocidad de infiltración o intensidad de entrada, se puede definir como la velocidad de penetración del agua en el perfil del suelo, cuando la superficie del terreno está cubierta por una capa de agua poco profunda.

La infiltración tiene dimensión de velocidad ($L T^{-1}$), como la lámina de agua (L) admitida por el suelo en una unidad de tiempo (T) o como la cantidad de agua absorbida por la unidad de superficie del terreno en la unidad de tiempo ($L^3 T^{-1} L^{-2}$), respectivamente. Si las mismas unidades se usan en ambos casos, las expresiones son dimensionalmente equivalentes ($L T^{-1}$). En la primera forma la expresión común de velocidad de entrada es $cm.h^{-1}$ o $cm.min^{-1}$. En la segunda forma, generalmente se expresa como $m^3.min^{-1}.m^{-2}$. Es común, por varios autores, señalar que la infiltración obedece a un fenómeno de movimiento vertical del agua en el perfil de suelo; se ha eliminado aquella que es tanto o más importante, cual es el movimiento horizontal que define el espaciamiento de los surcos desde la línea de plantación.

Cuando se administra agua a un área de terreno, con el fin de restituir el contenido de agua en el suelo, puede ocurrir que la cantidad de agua absorbida aumente con el tiempo menos que proporcionalmente. Al representar gráficamente la lámina acumulada del agua infiltrada (I_{acum}) contra el tiempo (t), resulta un tipo de curva. (Holzapfel y Matta, 2000).

5.1. Velocidad de infiltración (método del cilindro infiltrómetro doble).

El método más ampliamente usado para determinar la infiltración de un suelo es el del cilindro infiltrómetro, el cual es adecuado para métodos de riego que permiten mojar directamente una gran superficie de suelo (bordes, regueros en contorno, aspersión). (Holzapfel y Matta, 2000).

El flujo radial es minimizado por medio de un área tampón alrededor del cilindro central. El movimiento del agua es en dirección vertical hasta que pasa a la parte inferior de la orilla del cilindro, desde donde puede producirse un flujo bidimensional, gobernado por el potencial matricial del suelo.

La limitación más seria para el uso de cilindros infiltrómetros es que su emplazamiento en el suelo provoca un cierto grado de alteración de sus condiciones naturales (destrucción de la estructura o compactación) produciendo cierta variación en la cantidad de agua que penetra en el suelo. Además, la interfase entre el suelo y el lado del cilindro metálico puede causar una entrada anormal de agua, resultando un mayor volumen de agua que se infiltra en un tiempo dado.

Otra de las limitaciones que presenta el uso de cilindros es el problema del aire atrapado al interior de la columna de suelo. La incapacidad del aire para escapar desde el suelo bajo condiciones de flujo saturado, generalmente

crea un cojín interno de aire que resulta en un impedimento para el movimiento vertical del agua, resultando velocidades de infiltración menores.

C. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA DE LOS SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO.

Según Iñiguez (2000), clasificar los suelos según su capacidad de uso, consiste en interpretar el medio físico natural que es el suelo, para agrupar porciones de terreno en base a su capacidad para producir plantas (cultivos, pastos y bosques), por largos períodos de tiempo, sin deterioro del suelo. Así, al mismo tiempo que se trata de lograr una adecuada utilización del recurso tierra, se enfatiza el punto de vista conservacionista del mismo.

La clasificación agrológica de los suelos tiene como objetivos principales estudiar y agrupar las diferentes unidades de suelo en clases agrícolas, teniendo como base fundamental, las características morfológicas, físico – químico y topografías que contienen; así como delimitándolos sobre un plano de clasificación definitivo, cuyas finalidades son esencialmente de carácter práctico en el buen uso y manejo de la tierra por el hombre.

Un estudio de clasificación agrológica según su capacidad de uso, está constituido por dos partes esenciales: el mapa de suelos o carta agrológica en el cual se indica la distribución de los tipos de suelos existentes en el área bajo estudio y el informe en el cual se describen los rasgos naturales o culturales del

área en cuestión, se indican las características, aptitudes agroecológicas y requisitos de manejo de los tipos y clases que aparecen en dicha carta. (Iñiguez, 2000).

1. Suelos adecuados para cultivos y otros usos.

Uno de los sistemas más importantes de clasificación es el “Sistema Americano” o el de las “Ocho Clases” introducido por el USDA, considerado como la directriz de todos los sistemas de clasificación mundial. Según este sistema, los suelos se agrupan de la siguiente manera.

- a) Suelos adecuados para cultivos y otros usos.
- b) Suelos de uso limitado.
- c) Suelos excesivamente restringidos.

Suelos adecuados para cultivos y otros usos.			
CLASE I VERDE CLARO	Suelos arables CLASE II AMARILLO	CLASE III ROJO	No arables CLASE IV AZUL
Suelos de uso limitado			Suelos excesivamente restringidos
CLASE V VERDE OSCURO	CLASE VI ANARANJADO	CLASE VII CAFÉ	CLASE VIII MORADO

Fig. 1. Colores oficiales para la representación cartográfica al clasificar los suelos agrológicamente según su capacidad de uso. (USDA; reportada por Iñiguez, 2000).

2. Categorías de clasificación.

Según la metodología propuesta por el USDA y reportada por Iñiguez (2000), para la clasificación de los suelos por su capacidad de uso, se requiere del conocimiento de tres categorías que son:

2.1. Clases de Capacidad.

Son las agrupaciones de suelos que tienen similar grado de limitaciones en el uso para propósitos agrícolas o peligros de ser dañados cuando son usados.

Las clases de suelos según esta categoría constituyen la más amplia agrupación y se designan con números romanos desde la I hasta VIII. Los riesgos de daño al suelo o limitaciones aumentan progresivamente desde la clase I a la clase VIII y su escogencia es cada vez más limitada para el uso. Las limitaciones están dadas por las pendientes, la erosión, el drenaje, pedregosidad y otras. (Iñiguez, 2000).

2.2. Subclases de Capacidad.

Los suelos según este nivel de clasificación pueden agruparse dentro de una misma clase de suelo por el grado similar de problemas y limitaciones que presentan para su uso agrícola. La clase de problemas que son

útiles para recomendaciones específicas en cuanto a programas de planificación y estudios de conservación amplios y generales que se necesitan y otros propósitos similares. Generalmente estos suelos se designan añadiendo una pequeña letra por el factor dominante encontrado y con la siguiente prioridad de importancia: s, h, e y c al numeral de la clase. Ejemplo. IIs, IIse, IIIsec. Su descripción es la siguiente: (Iñiguez, 2000).

- a) Subclase **s** (Limitaciones en la zona radicular).
- b) Subclase **h** (limitaciones por exceso de humedad y mal drenaje).
- c) Subclase **e** (riesgos por erosión).
- d) Subclase **c** (limitaciones por el clima).

2.3. Unidades de Capacidad.

Son agrupaciones de suelos dentro de las subclases, que se caracterizan por ser lo suficientemente parecidos en aptitud para producir similares clases de cultivares, hortalizas, frutales y pastos, con similares prácticas de laboreo y productividad potencial comparable. Así, se estima, que los rendimientos en una unidad de capacidad no deben variar en más de un 25% bajo iguales condiciones de manejo. De esta manera, la unidad de capacidad es una agrupación que provee de información más específica y detallada que las subclases para hacer muchas afirmaciones acerca del manejo de los suelos. Estos grupos de suelos si se reconocen deben designarse con números arábigos

colocados después del símbolo de las subclases. Ejemplo. III_c - 2 ó II_{sc} - 4.
(Iñiguez, 2000)

3. Usos del suelo, idoneidad de la tierra y sostenibilidad.

De la Fuente (1997) sostiene que según la capacidad de uso del suelo, a éste lo utilizamos para diferentes propósitos. La idoneidad de la tierra ha sido definida en función de su propiedad para los diversos usos específicos a los cuales va a ser destinada

La FAO modificó su propia propuesta de evaluación del uso de las tierras (planteada en 1976) y en 1993 mencionó la necesidad de considerar la sostenibilidad como medida real para la planeación en el uso de los suelos dentro del marco del desarrollo sostenible.

Tabla 1. Clasificación de los suelos según su capacidad de uso.

Clase	Características	Usos principales	Usos secundarios	Medidas de conservación
Tierras adecuadas para el cultivo				
I	Tierra excelente plana y bien drenada	Agricultura	Recreación, vida silvestre, pastura	Ninguna
II	Buena tierra con limitaciones menores con pendiente ligera, suelo arenoso, drenaje deficiente	Agricultura Pastura	Recreación, vida silvestre, pastura	Cultivo de franjas, labranza en contorno
III	Terreno moderadamente bueno con limitantes importantes, pendiente y drenaje	Agricultura Pastura Cuenca colectora.	Recreación, vida silvestre, industria urbana.	labranza en contorno Cultivo de franjas, terrazas.
IV	Tierra regular con limitaciones severas en suelo, pendiente o drenaje.	Pastura, huertos, agricultura limitada	Pastura silvestre	labranza en contorno Cultivo de franjas, terrazas.
Tierras adecuadas para el cultivo				
V	Rocosa, con limitaciones de humedad, pendientes altas que imposibilitan la agricultura.	Ganadería silvicultura.	Recreación, vida silvestre.	Sin precauciones especiales, si se pastorea o se tala de manera apropiada.
VI	Limitaciones moderadas para ganadería y silvicultura.	Ganadería, Silvicultura, Cuenca colectora	Recreación, vida silvestre	La ganadería y la tala deben limitarse en determinadas épocas
VII	Limitaciones severas para ganadería y silvicultura.	Ganadería Silvicultura, Recreación, Vida silvestre.	Ninguna	Se requiere una administración cuidadosa.
VIII	Inadecuada, para agricultura. Fuertes pendientes	Recreación, Paisaje estético	Ninguna	No se usa para ganadería o tala.

Fuente: De la Fuente. 1997

4. Técnicas para la clasificación.

4.1. Procedimiento.

La clase agrológica de un suelo es función de los factores que inciden en su comportamiento y su valor se encuentra en el campo mediante

observaciones del paisaje y barrenaciones, teniendo en cuenta factores adicionales transitorios, pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad. Iñiguez (2000), propone una tabla para calificación de los atributos del suelo la misma que se indica en la Tabla 7.

4.1.1. Pendiente.

La pendiente viene definida por la tangente de dicho ángulo. Si bien es mas frecuente expresarla como porcentaje, que es el resultado de multiplicar por 100 el valor anterior y representa los metros ascendidos al recorrer una distancia horizontal de 100 metros. (De la Fuente, 1997).

Tabla 2. Nominación de pendiente.

Grado	Pendiente (%)
a	0,0 - 6,0
b	6,1 - 20,0
c	20,1 - 35,0
d	35,1 - 50,0
e	50,1 - 65,0
f	65,1 - 75,0
g	> 75,0

Fuente: Iñiguez, 2000.

4.1.2. Erosión.

Iñiguez (2000), dice que es el desgaste y deposito de los materiales de la superficie terrestre por medio de las fuerzas del agua, el viento y

la gravedad. La erosión es un proceso selectivo, el cual afecta las partículas más finas y fértiles del suelo.

La erosionabilidad define la resistencia del suelo a los procesos de desprendimiento y transporte. Aunque la resistencia de un suelo a la erosión depende, en parte, de su posición topográfica, pendiente y grado de alteración, como por ejemplo; mediante el laboreo, propiedades del suelo, etc. (Morgan, 1997).

Tabla 3. Nominación de la erosión del suelo.

Grado	Nominación	Afectación
A	Ninguna	No afecta
B	Laminar, surcos	Ligera
C	Laminar, surcos	Moderada
	Cárcavas	Ligera
d	Laminar, surcos	Fuerte
	Cárcavas	Moderada
e	Cárcavas	Moderadamente fuerte
f	Cárcavas	Fuerte
g	Otras	Mayor parte del perfil

Fuente: Iñiguez, 2000.

4.1.3. Profundidad efectiva.

Es el espesor total de todas las capas, donde las raíces de las plantas pueden desarrollarse normalmente. Las raíces de la mayoría de los cultivos penetran a una profundidad de 60 a 70 cm cuando las condiciones de suelo lo permiten. La profundidad efectiva tiene influencia en el crecimiento radicular de los cultivares, en la disponibilidad de los nutrimentos, la infiltración

del agua en el suelo, el uso de maquinaria agrícola y el sistema de labranza más apropiado. (Iñiguez, 2000).

Tabla 4. Nominación de la profundidad efectiva.

Grado	Nominación	Profundidad (m)
a	Extremadamente profundo	> 1,00
b	Muy profundo	1,00 - 0,75
c	Profundo	0,74 - 0,50
d	Moderada	0,49 - 0,35
e	Superficial	0,34 - 0,15
f	Muy superficial	0,14 - 0,03
g	Extremadamente superficial	< 0,03

Fuente: Iñiguez, 2000.

4.1.4. Textura.

La porción mineral del suelo esta formado por partículas que, según su tamaño, se clasifican en: arena (de 2 a 0,05 mm), limo (de 0,05 a 0,002 mm) y arcilla (inferior a 0,02 mm). La textura de un suelo hace referencia a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene, atendiendo a la textura los suelos se clasifican en, arenosos, limosos y arcillosos. (Fuentes, 2003).

Tabla 5. Nominación textural.

Agrupamiento textural	Subdivisión de agrupamiento textural	Texturas.
Fina	a Muy fina	Arcillosa (A)
	b Fina	Arcillo Limosa (AL) Arcillo arenosa (Aa)
	c Moderadamente fina	Franco arcillo limosa (FAL) Franco arcillosa (FA) Franco arcillo arenosa (Faa)
Media	d Media	Limosa (L) Franco limosa (FL) Franco (F) Franco arenosa muy fina (Famf)
Gruesa	e Moderadamente gruesa	Franco arenosa fina (Faf) Franco arenosa (Fa) Areno francosa muy fina (aFmf) Areno francosa fina (aFf)
	f Gruesa	Areno francosa (aF) Areno francosa gruesa (aFg) Arenosa muy fina (amf) Arenosa fina (af)
Muy gruesa	g Muy gruesa	Arenosa media (am) Arenosa gruesa (ag)

Fuente: De la Fuente, 1997.

4.1.5. Permeabilidad.

Consiste en la facilidad que ofrece el suelo para ser atravesado por el agua. Lo que interesa ofrecer de este concepto, es la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Es raro encontrar una parcela que sea uniformemente permeable. Si existe pendiente acusada, al no poder quedar el agua sobrante retenida sobre la superficie, se provoca la escorrentía, con el riesgo de arrastrar y perder la mejor tierra. (Moya, 1998).

Tabla 6. Nominación de permeabilidad.

Grado	Nominación	Velocidad (cm/hora)	Circulación agua y aire.
a	Muy lenta	< 0,126	Muy lenta
b	Lenta	0,126 - 0,500	Lenta
c	Moderadamente lenta	0,510 - 2,000	Moderadamente lenta
d	Moderada.	2,100 - 6,250	Moderada
e	Rápida	6,251 - 12,500	Moderadamente rápida
f	Muy rápida	12,510 - 25,000	Rápida
g	Extremadamente rápida.	> 25,000	Muy rápida

Fuente: Iñiguez, 2000.

4.2. Manejo de la tabla.

Para hallar la clase de suelo, se ubica primero el grado (a,b,c,d,e,f,g) de pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad, luego se dirige al valor señalado en la parte superior entre las líneas horizontales en negritas, seguido el dato encontrado, se multiplica con el número entre líneas verticales negritas y se suman los puntajes obtenidos. (Iñiguez, 2000).

Tabla 7. Valores numéricos potenciales para definir la clase del suelo según su uso.

UTILIZACIÓN			PUNTAJE	-8	3	2	1	1	1	Variación de puntos	CLASES
				Factores adicionales	% de pendiente	Erosión	Profund. efectiva	Textura	Permeabilidad		
TERRENOS	CULTIVOS	Potenciales								0-31	V
		PERMANENTES	4	Suelos pedregosos, pantanosos, áridos, infértiles, extremadamente ácidos, alcalinos.	a	a	a	a	a	32-35	I
			5		b	b	b	b	b	36-43	II
			6		c	c	c	c	c	44-51	III
		Ocasionales	7	d	d	d	d	d	52-95	IV	
	VEGETACION PERMANENTE	Pastos	20	e	e	e	e	e	96-250	VI	
		Semibosque y bosque	50	f	f	f	f	f	251-400	VII	
	INCULTOS	100	g	g	g	g	g	>400	VIII		

Fuente: Iñiguez, 2000.

D. CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE RIEGO.

Según López *et al* (2002), dependiendo de las distintas características del suelo, el USDA clasifica las características del mismo para predisponer la posibilidad de aplicar riego, dividiendo los suelos en seis clases, teniendo en cuenta las siguientes características.

1. Características del suelo.

- a) Textura.
- b) Profundidad del perfil.
- c) Alcalinidad.
- d) Salinidad.

2. Características de la topografía.

- a) Pendientes.
- b) Superficie.
- c) Cobertura.

3. Drenaje.

Estudia la necesidad de realizar sistemas de drenaje o si el terreno permite por si solo el drenaje. (López *et al.* 2002).

E. GRUPOS AGROLÓGICOS PARA EL RIEGO.

Según el USDA reportado por Iñiguez (2000), en las grandes zonas regables es necesario establecer diferentes parámetros para el riego de acuerdo con las distintas clases de suelos y el requerimiento hídrico del cultivo. Para simplificar y ordenar las condiciones del riego, se trata de agrupar los suelos con

características similares y las especies vegetales que han de cultivarse en cada clase de suelos con objeto de establecer el tipo de riego y los parámetros más adecuados para cada uno de los grupos formados.

El establecimiento de grupos agrológicos se realiza bajo consideraciones de los siguientes factores de suelo y cultivo:

1. Factores de suelo.

1.1. Caracteres externos.

- a) Posición fisiográfica.
- b) Orientación.
- c) Pendiente.
- d) Microrrelieve.
- e) Drenaje externo o escorrentía superficial.
- f) Erosionabilidad.

1.2. Caracteres del perfil.

- a) Profundidad.
- b) Textura.
- c) Estabilidad estructural.
- d) Capacidad de campo.

- e) Punto de marchites.
- f) Permeabilidad.
- g) Drenaje interno.
- h) Situación y oscilación de la capa freática.
- i) Salinidad y alcalinidad.
- j) Fertilidad orgánica y mineral.

1.3. Factores de cultivo.

- a) Exigencias hídricas.
- b) Características de los sistemas radiculares.
- c) Tolerancia a salinidad y alcalinidad.
- d) Tolerancia al encharcamiento.
- e) Labores de cultivo habituales.

Establecidos los grupos agrológicos, se representa en el plano de la zona regable, adoptando sistemas de colores adecuados que permitan obtener las diferentes clases de suelo y cultivos a regar. (Iñiguez, 2000).

F. CLASES DE SUELOS CON FINES DE RIEGO.

El departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) ha establecido seis clases de suelos con fines de riego. De estas clases, las tres primeras corresponden a suelos regables y la sexta a suelos no regables. (Urbano, 1999).

Las clases cuarta y quinta son clases intermedias que pueden pasar a ser regables o no, según las condiciones.

En el Tabla 8 se señalan los factores de suelos utilizados para establecer las diferentes clases y los límites entre los que se caracterizan éstas en la clasificación USDA de suelos con fines de riego.

Tabla 8. Clases de suelos con fines de riego.

CARACTERÍSTICAS	CLASE I: Regable COLOR AMARILLO	CLASE II: Regable COLOR VERDE	CLASE III: Regable COLOR AZUL
SUELO			
Textura	Franco arenoso a franco arcilloso friable.	Arena franca a arcilla muy permeable	Arena franca a arcilla permeable.
Profundidad:			
a) A la arena, grava o guijarros.	90 cm o mas de suelo facilmente trabajable de franco arenoso fino o mas pesado; o 105 cm de franco arenoso.	60 cm o mas de suelo facil de trabajar, franco arenoso fino o mas fino, 75 y 90 cm de franco arenoso o arena franca, respectivamente.	45 cm o + de suelo facil de trabajar, franco arenoso fino o + fino, 60 a 75 cm de franco arenoso o arena franca uniforme.
b) Al esquisto o material impermeable (15 cm - en caso a la roca o material similar)	150 cm o + 0 135 cm con un mínimo de 15 cm de grava sobre el material impermeable o franco arenoso en toda su extensión.	120 cm o + o 105 cm, con un mínimo de 15 cm de grava sobre el material impermeable o arena franca en toda su extensión.	105 cm o +; o 90 cm, con un mínimo de 15 cm de grava sobre el material impermeable o arena franca a través de toda su extensión.
c) A la zona de caliza penetrable.	45 cm sobre 150 de caliza penetrable.	35 cm sobre 120 cm de caliza penetrable.	25 cm sobre 90 de caliza penetrable.
Alcalinidad.	pH menor que 9 a menos que el suelo sea calizo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de alcali negro.	pH 9 o menor, a menos que el suelo sea calizo, el contenido de sales bajo y no exista evidencia de alcali negro.	pH 9 o menor, a menos que el suelo sea calizo, el contenido total de sales es bajo y no existe evidencia de la presencia de alcali negro.
Salinidad	El total de sales no debe exceder de 0,2%. Puede ser mas alto en suelos muy permeables, bajo buenas condiciones de drenaje.	El contenido total de sales no debe exceder de 0,5%. Puede ser mas alto en suelos permeables y de buenas condiciones de drenaje.	El contenido total de sales no excede de 0,5%. Puede ser mayor en suelos permeables y bajo buenas condic. de drenaje

Fuente: Urbano, 1999

Tabla 8a. Continuación.

CARACTERÍSTICAS	CLASE I: Regable COLOR AMARILLO	CLASE II: Regable COLOR VERDE	CLASE III: Regable COLOR AZUL
TOPOGRAFÍA			
Pendientes	Suaves pendientes, con un máximo de 4% de pendiente general, en extensiones razonablemente grandes con pendientes en el mismo plano.	Pendientes suaves pueden llegar a tener hasta 8% de pendiente general en grandes extensiones y en el mismo plano. Se admite solamente el 4% en pendientes irregulares.	Se admite hasta un 12% en superficies planas; en superficies más irregulares. Se admite solamente menos de 8%.
Superficies	Suficientemente uniforme para requerir solo ligeros tratamientos superficiales y no precisar de pesadas nivelaciones.	Se requieren moderadas nivelaciones pero en cantidades tales que puedan hacerse a un razonable costo en comparación con áreas regadas.	Son necesarias pesadas y costosas nivelaciones por sectores, pero realizables en comparación a áreas ya regadas.
Cobertura (piedras sueltas y vegetación)	Insuficiente para modificar la productividad o prácticas culturales, o bajos costos de limpieza.	Suficiente para reducir la productividad e interferir las prácticas culturales. Requieren limpiezas, pero su costo es moderado.	Su presencia requiere tratamiento de limpieza costosa, pero justificables económicamente.
DRENAJE			
Suelo y topografía.	Las condiciones del suelo y topografía son tales que se puede decir que no serán necesarias las prácticas especiales de drenaje en las parcelas.	Las condiciones de suelo y topografía hacen necesarias algunas prácticas de drenaje, pero con labores de mejoramiento por medios artificiales son factibles a un costo razonable.	Por las condiciones de suelo y la topografía se hace necesaria la construcción de costosos drenajes, a un costo justificable.
CLASE IV: Regable limitada - COLOR CAFE			
Comprende las tierras que tienen excesivas deficiencias y utilidad restringida, pero que con estudios especiales de carácter económico y de ingeniería se ha demostrado que son regables.			
CLASE V: No regable, provisional - COLOR ROSADO			
Incluye aquellas tierras que requieren estudios adicionales, económicos y de ingeniería, para determinar su regabilidad y las tierras clasificadas como temporalmente no productivas en espera de la construcción de obras correctivas y de mejoramiento.			
CLASE VI: No regable - COLOR BLANCO			
Incluyen todas las tierras que no cumplen con los requisitos mínimos para incluirlas en la siguiente categoría superior de tierra en un determinado estudio y pequeñas áreas de tierra regable que se encuentran en extensiones grandes de tierras no regable.			

Fuente: Urbano, 1999.

G. BALANCE HÍDRICO.

El agua no solo es de importancia directa para las plantas sino que juega muchos papeles en el suelo, actuando como disolvente, reactivo hidrolizante, amortiguador de temperatura, agente dilatador y debilitador de la estructura del suelo, etc. Un alto contenido de humedad facilita el movimiento del agua y solutos; también reduce la cantidad y velocidad de movimiento del oxígeno en el suelo. El comportamiento del agua en el suelo depende de sus, en cierto modo, particulares propiedades y de las fuerzas que actúan sobre ella, incluyendo aquellas que se oponen al movimiento que dependen, a su vez, de la geometría de los poros y de la interacción entre el agua y la superficie sólidas con las que están en contacto. (Wild, 1992).

Según Heras (1981), el “balance de recursos y necesidades de agua” (BRN) se establece para cuantificar el déficit o superávit de agua en una cuenca, zona, región o país, en un momento determinado de tiempo y en un cierto estado de desarrollo. Estos balances, referidos a condiciones actuales, sirven de orientación para la planificación y gestión de los recursos hidráulicos.

Además, el establecimiento de balances prospectivos se utiliza como base de la planificación a largo plazo de recursos hidráulicos. El BRN se establece comparando los recursos de agua disponibles (activo) con las necesidades de agua (pasivo), de forma que puedan evaluarse las medidas a adoptar para satisfacer las demandas de agua.

Por el límite inferior del sistema, los aportes de agua se deben a las precipitaciones, al riego, a los vertidos contaminantes (que tengan como disolvente o como medio de transporte el agua) y, en algunos casos, al aporte de la escorrentía superficial de zonas de tierra situadas mas arriba. Una parte de los aportes penetra en el suelo por infiltración y el resto se acumula temporalmente en la superficie o discurre según la pendiente. En el sentido contrario, el agua vuelve a la atmósfera por evaporación del agua superficial (de la que contiene a superficie del suelo o de las masas de agua circulantes o acumuladas) y por el aporte de la transpiración vegetal. (Seoánez, 1999).

Por el límite inferior del sistema, los intercambios son menos intensos. Las pérdidas por drenaje o por percolación profunda, y si existe un acuífero muy superficial o colgado, los aportes por ascenso capilar, solo se puede detectar indirectamente, a partir de los cálculos realizados para los otros componentes del balance.

1. Disponibilidad hídrica en la capa agrícola del suelo.

Uno de las características más importantes que estudia la Meteorología agrícola es la cantidad de agua contenida en la capa superficial de suelo, en la cual la mayoría de raíces crecen y se desarrollan. Esta capa generalmente tiene una profundidad menor a un metro para la mayoría de cultivos perennes y un poco más en algunos cultivos de ciclo anual. (Hurtado, G. 2007).

El conocimiento de la disponibilidad hídrica en el suelo y su distribución en el tiempo, permite establecer las necesidades de riego y drenaje, ocasionadas por la componente climatológica. Además, establecer las fechas de siembra y las épocas más apropiadas para la realización de labores de campo. De otra parte, es una información útil para la implementación de nuevos cultivos.

2. Definiciones de la disponibilidad hídrica.

Según Hurtado (2007); La forma de conocer la disponibilidad hídrica es generalmente mediante el cálculo de un *balance hídrico*, el cual tiene como información inicial parámetros fundamentales: la precipitación media y la evapotranspiración potencial.

El balance hídrico se establece para un lugar y un periodo dados, por comparación entre los aportes y las pérdidas de agua en ese lugar y para ese período. Las aportaciones de agua se efectúan gracias a las precipitaciones. Las pérdidas se deben esencialmente a la combinación de la evaporación y la transpiración de las plantas, lo cual se designa bajo el término evapotranspiración.

Las dos magnitudes se evalúan en cantidad de agua por unidad de superficie, pero se traducen generalmente en alturas de agua; la unidad más utilizada es el milímetro. Al ser estas dos magnitudes físicamente homogéneas, se las puede comparar calculando,

ya sea su diferencia (precipitaciones menos evaporación), o su relación (precipitaciones sobre evaporación). (Durand-Dastes, F. 2004).

El balance es evidentemente positivo cuando la diferencia es positiva o cuando la relación es superior a uno. El escurrimiento a partir de una unidad de superficie se contará en las pérdidas. La infiltración se considera como una puesta en reserva bajo forma de napas subterráneas o de agua capilar en el suelo. El estudio de los balances hídricos es complejo por el hecho de que las dos variables consideradas no son independientes.

La cantidad evaporada depende evidentemente de la cantidad de agua disponible: cesa cuando el volumen de agua aportada por las precipitaciones está agotado. Esto condujo a introducir la noción de evapotranspiración potencial: la cantidad de agua que puede pasar en la atmósfera únicamente en función del estado de ésta, suponiendo que la cantidad de agua disponible no sea un factor limitante. Es común, en el estudio de los balances hídricos, comparar las precipitaciones P y la evapotranspiración potencial ETP , lo cual permite distinguir situaciones diferentes en función de umbrales que son directamente significativos para un lugar o un periodo dado.

Si la diferencia (Precipitación – ETP) >0 , es posible un aporte al suelo, en caso de que este tenga capacidad de almacenamiento, si no puede contener más agua, al aporte extra se cuantifica como “escorrentía”. (Hurtado, G. 2007).

Según Hurtado, G. (2007): Dice; si la diferencia (Precipitación – ETP) <0 , el suelo perderá este mismo volumen de agua de acuerdo con la reserva acumulada en el periodo anterior, hasta cuando termine su reserva. Una vez termine esta reserva, el volumen no satisfecho se denominará “déficit”.

De otra parte, es importante tener en cuenta el agua realmente evapotranspirada, la cual es igual a la potencial, cuando el suelo está a plena capacidad de almacenamiento y menor, a medida que el suelo disminuye su reserva. A este volumen se le denomina “evapotranspiración real.”

3. Programa computarizado CROPWAT 4.

CROPWAT (crop = cultivo; wat = agua), es un programa informático aprobado por la FAO (1990); el cual sirve para la planificación, programación y gestión del riego. La planificación, programación y gestión (el manejo) del riego deben dar respuesta a tres preguntas: (Granda, S. 2006).

- a) CUANDO regar
- b) CUANTO regar
- c) COMO regar

CROPWAT 4, da solución a las dos primeras preguntas.

H. ESTADOS DE HUMEDAD DEL SUELO.

1. Saturación.

Según Pizarro (1987), un suelo está saturado cuando todos sus poros están llenos de agua. Esta situación se puede presentar cuando a cierta profundidad existe un estrato impermeable, cuando el drenaje es demasiado lento, etc. Si se permite que un suelo saturado drene libremente, el contenido en agua comienza a descender vaciándose primero los poros más grandes, que son ocupados por el aire. El agua eliminada se denomina agua libre o gravitacional; no es retenida por el suelo. Por lo tanto, en el estado de saturación, el potencial mátrico es cero.

2. Capacidad de campo, macroporosidad.

Según Pizarro (1987), si el drenaje continúa llega un momento en que el suelo no pierde más agua. En este estado se dice que el suelo está a capacidad de campo (CC), los poros más pequeños retienen el agua contra la fuerza de la gravedad y los poros mayores están en buena parte ocupados por aire. Esta situación es muy favorable para el desarrollo de los cultivos, que encuentran en el suelo agua abundante retenida con una energía que es fácilmente superada por la de succión de las raíces al mismo tiempo que el suelo está suficientemente aireado para permitir la respiración radicular.

El estado de capacidad de campo permite clasificar los poros en grandes y pequeños, también llamados macroporos y microporos; los grandes son los que en ese estado están vacíos de agua. Tal criterio de distinción no se corresponde muy bien con lo que ocurre en realidad, ya que incluso a contenidos muy bajos de humedad los macroporos tienen un cierto contenido de agua en forma de película adherida a la superficie de las partículas sólidas. Sin embargo esa clasificación de los poros es de mucha aplicación a numerosos problemas de ingeniería.

La porosidad total (ϵ) se puede considerar como la suma de la porosidad debida a los poros grandes, que se llama macroporosidad y se representa por μ y la porosidad debida a los pequeños llamada microporosidad que, como hemos visto, es el contenido en humedad del suelo a capacidad de campo, por lo que se representa por CC.

$$\epsilon = \mu + CC$$

La capacidad de campo (CC) se define como la cantidad de agua que un suelo retiene contra la gravedad cuando se le deja drenar libremente. En un suelo bien drenado por lo general se llega a este valor a los dos días después de saturar el mismo. El concepto de capacidad de campo tradicionalmente ha sido considerado como el límite superior del agua aprovechable para las plantas, sin embargo, por no representar un valor de contenido de agua exacto para una succión dada, se refiere reemplazarlo con otros más precisos. (Valarezo *et al* 1998).

Así, la capacidad de campo (CC) para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) corresponde al contenido de agua que el suelo retiene a una succión de $1/3$ de atm (333,3 cm de columna de agua ó pF 2,52). En cambio, para la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (SICS), la CC corresponde al contenido de agua que el suelo retiene cuando ha sido sometido a una succión de $1/10$ de atm (100 cm de columna de agua ó pF 2).

Otro punto de equilibrio de la humedad del suelo, es el punto de marchites permanente (PMP) que no depende sólo de la humedad del suelo, ya que intervienen también las condiciones meteorológicas, densidad de raíces, condiciones osmóticas, de la solución del suelo, etc. Sin embargo, numerosas mediciones han mostrado que ese estado corresponde a un potencial mátrico comprendido entre -10 y -20 bares, con un valor medio aproximado de -15 bares. Al igual que la capacidad de campo, el punto de marchites depende más de la textura que de la estructura y se puede medir en muestras alteradas. (Pizarro, 1987).

3. Agua útil.

Según Pizarro (1987), los defectos e imprecisiones de los conceptos capacidad de campo y punto de marchites, tienen un gran significado agronómico, ya que representan los límites máximo y mínimo de la humedad del suelo que puede ser utilizada por los cultivos; la cantidad de agua comprendida entre esos dos valores se define como Agua útil (Au).

La humedad correspondiente a los estados de capacidad de campo (CC) y punto de marchites (PMP) y el agua útil (Au) se puede expresar en términos de humedad gravimétrica o volumétrica; en cualquier caso se cumple:

$$\mathbf{Au= CC - PMP}$$

I. TENSÍOMETROS.

Según Pizarro (1987), un tensiómetro de manómetro consiste en un tubo en cuyo extremo inferior se coloca una cápsula cerámica porosa y en el superior, herméticamente cerrado, un manómetro de vacío.

El tensiómetro se llena de agua y se introduce en el terreno, colocando la cápsula a la profundidad del perfil a medir. El que la cápsula sea porosa permite que el agua salga de ella o entre, lo que hace que al cabo de cierto tiempo se establezca el equilibrio entre el agua de la cápsula y el agua del suelo. Cuando éste se seca succiona agua de la cápsula provocando una presión negativa que es indicada por el manómetro. Si la humedad del suelo aumenta, pasa agua del suelo a la cápsula, disminuyendo el valor absoluto de la presión del manómetro.

Cuando el manómetro marca cero existe agua libre (no retenida) en el suelo. Cuanto mas seco esté el suelo mayor será la presión. Teóricamente se puede medir hasta $1\text{atm}=1\text{ bar}$, pero en la práctica, por encima de 0,8 bares el aire empieza a entrar en la cápsula. Para la mayoría de los suelos el rango de utilización de los tensiómetros (hasta

Ψ_m (potencial osmótico) = -0,8 bar) corresponde a más del 50 por 100 del agua útil del suelo, que es comprendida entre capacidad de campo y punto de marchites. En suelos arenosos ese porcentaje puede elevarse a más del 75 por 100.

1. Calibración de tensiómetros.

El método de referencia para medir la humedad del suelo consiste en obtener una muestra del suelo húmedo y medir su peso (P). A continuación se coloca la muestra en la estufa a una temperatura de 105 °C durante 24 horas o hasta obtener peso constante o peso seco. Una muestra de suelo a una temperatura de 105 °C contiene todavía agua. Sin embargo, esta agua es retenida enérgicamente, la planta no puede extraerla y por lo tanto no tiene interés desde el punto de vista de la actividad biológica de la planta. Por otro lado, si a pesar de todo se deseara extraer esta agua de la muestra mediante calor, se correría el riesgo de perder una parte de la materia orgánica del suelo y esta pérdida de peso se registraría erróneamente como una pérdida de agua. Por lo tanto el método gravimétrico se constituye en el método de referencia para calibrar tensiómetros. (Lecrecq, 1981).

2. La textura y la retención de agua.

Ya vemos como la textura influye en la capacidad de retención de agua de los suelos y de ello deriva la importancia de calibrar los tensiómetros para los distintos tipos de texturas de suelos en los que se desea hacerlos funcionar. Por otra parte, los suelos

tienen sus propias características independientes de la textura, particularmente la salinidad que determinan el potencial osmótico que no lo mide el tensiómetro y que en ciertos casos puede ser superior al mátrico; conociendo la curva de calibración para estos suelos, podría determinarse el potencial hídrico del suelo y descontar de él el potencial mátrico conociendo la conductividad eléctrica. De igual modo es importante la calibración de tensiómetros que han sido usados en distintas condiciones, pues estos proporcionan una respuesta atrasada que es mayor a medida que la permeabilidad de la cápsula de cerámica disminuye por la formación de precipitados. (Pizarro, 1987).

La calibración de tensiómetros es importante además, como una herramienta que facilita su utilización para:

- a) Determinar el momento y la dosis óptimos de riego. Un perfeccionamiento de esto es la posibilidad de automatizar el riego en función del potencial del suelo.
- b) Determinar fluctuaciones de la capa freática.
- c) Conocer los momentos en que predomina la infiltración (movimiento descendente) o la capilaridad (moviendo ascendente), con toda su secuela de aplicaciones para el manejo del régimen de agua y de sales.
- d) Medir la actividad en los distintos puntos de la zona radicular.

3. Almacenamiento y Drenaje.

En particular los suelos con muchos elementos gruesos dentro del perfil y sobre la superficie presentan grandes variaciones en sus propiedades (hidrológicas principalmente) de carácter anisotrópico que se manifiestan a cortas distancias (Pla, 1999).

El conocimiento de la variabilidad de las propiedades de los suelos es esencial para hacer una interpretación y una predicción correcta del funcionamiento de éstas, ya sea en una unidad cartográfica de suelos o de paisaje. Hoy en día se utilizan las técnicas geoestadísticas para caracterizar la variabilidad y la estructura de variación de las propiedades físicas, químicas y morfológicas de los suelos, ya sea su variabilidad isotrópica o anisotrópica. (Trangmar *et.al.*, 1985).

Por otro lado, pocos estudios de campo relatan la relación de las propiedades físicas del suelo asociadas a suelos superficiales bajo bosque, con la variabilidad espacial de dichas propiedades en el ámbito de unidades cartográficas. Generalmente estos suelos contienen elevados porcentajes de elementos gruesos y existe poco conocimiento sobre la influencia que éstos tienen sobre procesos edafológicos e hidrológicos relativo a los suelos donde no están presentes. (Van Wesemael *et al.*, 1996).

La presencia de piedras aumenta la tasa de infiltración del agua en el suelo a causa de la expansión y contracción entre las piedras y el suelo, dando como resultado la

formación de canales y macroporos. Sin embargo, las piedras reducen la capacidad de almacenamiento y retención del agua de los suelos las cuales disminuyen con el aumento de éstas de manera significativa. (Pritchett, 1991).

J. NECESIDAD DE RIEGO DE LOS CULTIVOS.

Castañón citado por Granda, 2006; dice “Para regar correctamente los cultivos es necesario conocer no solo las relaciones agua-suelo, cuentan también las relaciones del agua con la atmósfera.” Debido a las condiciones climáticas existen movimientos de agua entre suelo, planta y atmósfera de ahí que es necesario conocer las relaciones de la planta con la atmósfera.

1. La evapotranspiración. (Evaporación + Transpiración).

a) Transpiración.- Agua que penetrando a través de la raíces es utilizada en la construcción de tejidos o emitida hacia la atmósfera.

b) Evaporación.- Agua evaporada por el terreno adyacente, por la superficie del agua o desde la superficie de las hojas de las plantas.

1.1. Uso consuntivo.

El Uso Consuntivo permite determinar las necesidades hídricas de los cultivos, dichas necesidades que generalmente se denominan ETc, depende de:

- a) Parámetros climáticos.
- b) Disponibilidad de agua.
- c) Tipo y variedad de cultivo.
- d) Densidad de siembra.
- e) Estado de desarrollo.

El Uso Consuntivo o Evapotranspiración de cualquier cultivo se obtiene mediante la siguiente fórmula: (Granda, 2006).

$$ETc = ETo \times Kc$$

Donde:

ETc = Evapotranspiración del cultivo, mm/día.

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia o potencial, mm/día.

Kc = Coeficiente del cultivo.

1.1.1. Evapotranspiración del cultivo, ETc.

La ETc se refiere a la evapotranspiración de un cultivo sano que crece en un suelo fértil y con suficiente cantidad de agua para dar un cultivo pleno.

1.1.2. Evapotranspiración de referencia, ETo.

La ETo es la pérdida de agua de una cubierta vegetal abundante, sin suelo desnudo, sin limitaciones de suministro hídrico, cuando los factores meteorológicos son los únicos que condicionan dicha evapotranspiración.

1.1.3. Coeficiente del cultivo, Kc.

Conocido como también como coeficiente cultural. Varía con el cultivo y el periodo vegetativo, suele calcularse por meses o por periodo del ciclo en que su valor cambia. En el cálculo del Kc de los periodos más representativos del ciclo del cultivo según varios autores son:

- a) Inicial.-** Desde la siembra hasta la aparición de las primeras hojas o hasta que el cultivo cubre el 10% del suelo.
- b) Fase de desarrollo del cultivo.-** Desarrollo foliar completo.
- c) Floración y fructificación.-** cuajado y relleno de frutos.
- d) Madurez.-** Recolección o cosecha.

Normalmente el Kc, se debe calcular para cada periodo vegetativo del cultivo, existiendo casos especiales en que el Kc varía poco y otros se mantienen constantes (cultivos perennes). (Granda, 2006).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

A. MATERIALES.

1. Canecas
2. Fundas
3. Pala redonda y cuadrada.
4. Machete
5. Cilindros infiltrómetros
6. Nivel
7. Combo
8. Tabla Munsell
9. Flexómetro
10. Plástico adherente
11. Cañas
12. Alambre
13. Plástico de invernadero
14. Pala abre hoyos
15. Tensiómetros de 30cm y 45 cm.

16. Barreno de inserción
17. Barreno saca muestras
18. Bomba
19. Generador de electricidad
20. Tanque de 200 lt.
21. Estacas
22. Agua destilada
23. Manguera
24. Marcador permanente
25. Navaja
26. Pipeta
27. Estufa
28. Balanza digital
29. Latas de atún
30. Lupa
31. Cuchara
32. Cámara fotográfica
33. Libro de campo
34. GPS
35. Mapa base digitalizado de la finca Ernesto Molestina.
36. Cilindros de 2"
37. Computadora.

B. MÉTODOS.

1. Levantamiento del terreno.

Según el levantamiento topográfico realizado por el Departamento de Desarrollo Físico de la ESPE, la Finca Ernesto Molestina cuenta con una superficie de 17,08 Has. La forma del terreno es rectangular, con un ancho promedio de 170 m, y una longitud media de 1000 m. Por su centro se trazó en forma longitudinal un transecto; en el cual según las condiciones topográficas se ubicaron y construyeron 5 calicatas a fin de realizar la caracterización de los diferentes perfiles del suelo, para posteriormente proceder a su clasificación agrológica con fines de uso y de riego.

2. Descripción de paisajes y perfiles de suelos.

La descripción del paisaje y perfiles de suelo de la finca Ernesto Molestina están basados en el “Manual de levantamiento de suelos”, de la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, y la “Guía para la descripción de perfiles de Suelo”, de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

3. Clasificación agrológica según su capacidad de uso.

El estudio agrológico de los suelos de la finca Ernesto Molestina según su capacidad de uso se realizó de acuerdo a la metodología de United States Department of

Agriculture (USDA), definido en base a unidades de clasificación y mapeo, que considera VIII clases de acuerdo a su capacidad de ser cultivada y otros usos, encontrándose suelos arables, no arables, de uso limitado y excesivamente restringidos.

El suelo se subdividió en clases lo más homogéneamente posible. Para la clasificación se utilizó unidades de mapeo de suelos, derivadas de cambios en las condiciones del perfil, características físicas, químicas y tipo predominante de vegetación. Los horizontes del suelo fueron excelentes indicadores de las condiciones in situ de la agrología local.

4. Clasificación según su aptitud para el riego.

La clasificación agrológica de los suelos de la finca Ernesto Molestina según su aptitud para el riego se manejó de acuerdo con el sistema del departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) tomando en consideración los factores físicos y económicos. El USDA establece VI clases de suelos con fines de riego. De estas clases, las tres primeras corresponden a suelos regables y la sexta a suelos no regables. Las clases cuarta y quinta son clases intermedias que pueden pasar a ser regables o no, según las condiciones. Dependiendo de las distintas características del suelo, el USDA clasifica las características del mismo para definir la posibilidad de aplicar riego. Además se dividió en subclases de suelos que comprenden las deficiencias en cuanto tiene que ver con el suelo (s), topografía (t) y drenaje (d).

5. Mapeamiento.

5.1. Mapa base.

El mapa base de la Finca Ernesto Molestina, se realizó mediante el levantamiento topográfico de la finca en mención, que posteriormente se digitalizó en la Dirección de Desarrollo Físico. Sección de Planificación ESPE. Escala 1:1500.

5.2. Mapa de calicatas.

El mapa de calicatas se realizó en el programa de diseño arquitectónico AutoCad 2006, primeramente se registró las coordenadas UTM de cada calicata de la finca Ernesto Molestina en un GPS, para su posterior digitalización. Escala 1: 1500.

5.3. Mapa de suelos y riegos.

Estos mapas se realizaron en el programa de diseño arquitectónico: Architectural desktop 2008, y el programa de diseño gráfico: Illustrator CS, en el cual se clasificó y se dio color a cada uno de los suelos de la finca Ernesto Molestina. Escala 1:1500.

5.4. Mapa de pendientes.

Se realizó con la ayuda del programa ARCVIEW. Escala 1: 1500.

6. Uso consuntivo y Balance hídrico.

Se colectaron los datos climáticos en los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología (INAMHI) de la estación Puerto Ila que se encuentra a cinco kilómetros hacia el Sur del lugar de estudio y se trabajó con estadísticas correspondientes a 26 años (1964 – 2005), los valores procesados sirvieron para determinar el uso consuntivo de los cultivos más representativos (Cítricos, Piña, Cacao, Palmito y Papaya).

6.1. Evapotranspiración potencial o de referencia (ET_o).

Para la determinación de la Evapotranspiración potencial o de referencia (ET_o), se realizó de acuerdo a la fórmula de Penman Montheit, aprobado por la FAO (1990) y se sintetizó en el programa computarizado CROPWAT 4 Versión 4.3.

$$ET_{o_{P-M}} = \frac{0,408 \times \Delta, (R_n - G) + \gamma \times \frac{900}{T + 273} \times U_2 \times (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 \times U_2)}$$

Donde:

ET_{o_{P-M}} = Evapo-transpiración de referencia calculada. (mm./día)

Δ = Tangente de la curva de la presión del vapor de agua KPa/ °C

R_n = Radiación neta sobre la superficie del cultivo MJ/m²/d

G = Densidad de flujo de calor del suelo MJ/m²/d

γ = Constante psicrométrica KPa/°C

T = Temperatura media diaria del aire a 2-m de altura °C

U_2 = Velocidad del viento a la altura estandar de 2-m m/s

e_s = Presión del vapor de agua a saturación KPa

e_a = Presión del vapor actual KPa

$(e_s - e_a)$ = Déficit de la presión del vapor de agua a saturación

G = Se omite a los cálculos cuando el intervalo entre riegos sucesivos es corto. (Scheuer, D. 2006)

6.2. Programación del Riego.

La programación del riego, se realizó mediante el programa CROPWAT, incluyendo el análisis de los datos climáticos, durante el periodo 1964-2005 y el cálculo de la evapotranspiración potencial (mm/mes), adicionalmente se consideró el cálculo de la precipitación efectiva (mm/mes), requerimientos de agua del cultivo, CWR (mm/mes), y el ratio de las necesidades de riego, IWR (mm/mes); para una frecuencia de riego determinada, dependiendo del sistema de riego a emplearse y del cultivo en estudio.

Las fórmulas que se muestran a continuación son necesarias para la utilización del programa:

a) $CWR = ET_m = K_c \times ET_o$

Donde:

CWR = Requerimiento de agua del cultivo.

ETm = Evapotranspiración matricial

Kc = Coeficiente del cultivo

ETo = Evapotranspiración potencial

b) IWR = CWR – Eff. Rain

Donde:

IWR = Requerimiento de agua de riego.

Eff. Rain = Precipitación efectiva

c) TAM = CC – PMP

Donde:

TAM = Humedad total almacenada.

CC = Capacidad de campo

PMP = Punto de marchites permanente

d) RAM = (P) x TAM

Donde:

RAM = Agua fácilmente disponible para el cultivo

(P) = Factor de agotamiento o umbral de riego.

e) Ln = CC – PMP / 100 x Da x 1000

Donde:

L_n = Lámina neta considerada a 1m de profundidad.

D_a = Densidad aparente (Granda, S. 2006).

7. Velocidad de infiltración.

La velocidad de infiltración básica (VIB) y la infiltración acumulada (Icum) se obtuvo mediante el método de los cilindros infiltrómetros. Los datos obtenidos a nivel de campo se procesaron de acuerdo al método estadístico de los mínimos cuadrados, además se procedió a calcular en base a la infiltración, la permeabilidad de cada sitio de la finca Ernesto Molestina como parámetro para la clasificación agrológica.

$$I_{cum} = A \times t^B$$

$$\text{Log } I_{cum} = \text{Log } A + B \text{ Log } t$$

$$Y = b + mX$$

$$Y = I_{cum}$$

$$B = \text{Log } A \quad (A=10^b)$$

$$m = B$$

$$X = \text{log } t$$

Las siguientes fórmulas permitieron estimar la velocidad de infiltración en cada sitio.

$$m = \frac{\sum x \cdot y - (\sum x \cdot \sum y) / N}{\sum(x^2) - (\sum x)^2 / N}$$

$$b = \frac{\sum y - (m \cdot \sum x)}{N}$$

$$A = 10^b \text{ (A = antilogaritmo de b)}$$

$$m = B$$

$$I_{cum} = A t^B$$

$$a = A \cdot B$$

$$b = B - 1$$

$$I_v = a t^b$$

$$I_v \text{ (mm/h)} = \left[\text{Inf (mm)} / t \text{ (min)} \right] * 60$$

$$T_b = - 600 b \text{ (Tb em minutos)}$$

$$L_b = a \cdot T_b^b \text{ (Lb en minutos)}$$

Donde:

N = Número de datos recolectados.

I_{cum} = Lámina acumulada o infiltrada.

I_v = Velocidad de infiltración

T_b = Tiempo básico

V_{ib} = Velocidad de infiltración básico.

8. Calibración de tensiómetros.

La calibración de tensiómetros se la realizó tomando muestras de suelo y las lecturas de tensión durante un periodo de 25 días. Las muestras de suelo extraídas diariamente fueron llevadas al laboratorio para ser pesadas y obtener el peso húmedo, para luego pasar por 24 horas en la estufa y así obtener el peso seco, permitiendo determinar el porcentaje de humedad aplicando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ humedad} = \left[(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / (\text{Peso seco}) \right] * 100$$

Que al ser relacionado con la lectura del tensiómetro permitió obtener la curva de calibración con su respectiva ecuación, que obedece a una ecuación lineal.

$$Y = a + bX$$

Siendo:

Y = La función de la tensión (cb)

X = La función de la humedad (% Qv)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA.

1. Clasificación de los suelos de la finca Ernesto Molestina según su capacidad de uso.

1.1. Información general acerca del suelo.

1.1.1. Nombre del Proyecto.

Estudio Agrológico de los suelos según su Capacidad de Uso en la Finca Ernesto Molestina, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo.

1.1.2. Material Cartográfico.

Levantamiento topográfico de la Finca Ernesto Molestina. Dirección de Desarrollo Físico. Sección de Planificación ESPE. Escala 1:1500.

1.1.3. Clasificación de los Niveles Cartográficos Amplios.

Orden Andisoles.

1.1.4. Autores de la Descripción.

Tania Soledad Aguirre Suárez.

Fernando Javier Villarroel Noboa.

1.1.5. Clima.

Cuadro 1. Datos de temperatura máxima, mínima, media y precipitación total anual de la estación Puerto Ila, entre los años 1964 – 2005.

Período	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación anual (mm)
1964 - 2005	32,1	18,9	25,5	2957,3

Fuente: Anuarios meteorológicos, INAMHI.

Elaborado por: Los Autores.

1.2. Información acerca del sitio de la muestra - Sitio N° 1.

1.2.1. Número de perfil.

Perfil Uno.

1.2.2. Fecha de Observación.

2007 – 08 – 06.

1.2.3. Altitud.

273 msnm.

1.2.4. Ubicación.

1.2.4.1 Ubicación política.

La Finca Ernesto Molestina políticamente pertenece a la Parroquia Luz de América perteneciente al Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Km. 28 de la vía a Quevedo.

1.2.4.2. Ubicación Geográfica.

Latitud: 00° 26' 18'' S

Longitud: 79° 19' 19'' W

1.2.5. Forma del terreno.

1.2. 5.1. Posición fisiográfica del lugar.

Planicie.

1.2. 5.2. Topografía del terreno circundante.

Plano o casi plano: 0% de pendiente.

1.2.6. Pendiente donde el perfil esta situado.

Clase 1, plano o casi plano, hasta 2 %.

1.2.7. Vegetación o Uso de la Tierra.

Maní Forrajero (*Arachis pintoi*), Cítricos (*Citrus sp*).

1.2.8. Drenaje.

Clase 3: Moderadamente bien drenado.

1.2.9. Permeabilidad.

Clase 3, Moderadamente lenta. (0,50 a 2,00 cm/hora).

La velocidad de infiltración básica obtenida en este sitio es de 1,098 cm/hora (Ver cuadro 29) lo cual la ubica en la clase antes mencionada.

1.2.10. Escorrentía.

Clase 4, Moderadamente lenta.

1.2.11. Erosión.

Ninguna, No afecta.

1.2.12. Humedad.

Perfil húmedo en su totalidad.

1.2.13. Profundidad efectiva del suelo.

Clase 3, Profundo. (de 60 a 90 cm. de espesor). Se observó visualmente en el perfil que hasta los 75 cm de profundidad, se desarrollan con normalidad las raíces de las plantas, lo cual la ubica en la clase mencionada.

1.2.14. Factores adicionales transitorios para definir la Clase del Suelo.

Cuadro 2. Factores adicionales transitorios – Sitio N°1

Características	Grado	Nominación	Valor
Pendiente	A	0%	0%
Erosión	A	No afecta	Ninguna
Prof. Efectiva	B	Muy profundo	0,75 m
Textura	E	Liviana	Franco Arenoso
Permeabilidad	C	Mod. Lenta	1,098 cm/hora

Elaborado por: Los Autores.

1.2.15. Clasificación agrológica e Interpretación de la tabla.

Para definir la Clasificación Agrológica de los suelos según su capacidad de uso en el Sitio N°1 se determinó con el establecimiento del grado de los factores adicionales transitorios: pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad y el cálculo correspondiente según la metodología que indica Tabla 1.

Cuadro 3. Clasificación agrológica según su capacidad de uso – Sitio N°1.

Pendiente +	Erosión +	Prof. Efectiva +	Textura +	Permeabilidad
0 % (a)	Ninguna (a)	0,75 m (b)	Fco. Are(e)	1,098 cm/hora (c)
4 * 3	4 * 2	5 * 1	20 * 1	6 * 1
12	8	5	20	6
(12 +8+5+20+6) = 51 PUNTOS - CLASE III - COLOR ROJO				

Elaborado por: Los Autores.

1.2.16. Subclases y Unidades de capacidad de uso.

Cuadro 4. Subclases y unidades de capacidad de uso – Sitio N°1.

Número de perfil	Categoría de clasificación	Clase de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso	Unidades de capacidad de uso
1	III	Suelos adecuados para cultivos	sd	s24 d1

Elaborado por: Los Autores.

1.2.17. Interpretación

En el Cuadro 3 se clasifican los valores adicionales transitorios y se llega a una calificación de 51 puntos, la misma que corresponde a la clase III, la cual debe ubicarse en el mapa de suelos de color rojo.

Clase III.- Los suelos de la clase III tienen limitaciones severas que reducen la elección de plantas o requieren prácticas especiales de conservación.

Estos suelos pueden ser utilizados para cultivos agronómicos, hortalizas, frutales, pastos, bosques y vida silvestre. Se requiere de mayor cuidado en la aplicación de prácticas de manejo y conservación, tales como: medidas contra la erosión, aumento de la fertilidad y otras. Se le asigna un valor agronómico de 65 a 75 %.

1.2.18. Descripción del perfil N°1.

Cuadro 5. Descripción de los horizontes de la Calicata N° 1.

Ubicación: Latitud 00° 26' 18" S Longitud 79° 19' 19" W
Altitud: 273 msnm

Cuadro 5a. Descripción de las propiedades físicas.

ORD	HOR.	PROF. (cm)	ESPES (cm)	CLASE TEXTURAL	TEXTURA %			ESTRUCTURA	COLOR SECO		COLOR HUMEDO	
					ARENA	LIMO	ARCILLA.		IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN	IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN
1	O ₂ i	0 - 7	7	Franco	46	46	8	Sin estructura	10YR 3/2	Café muy oscuro	10 YR 2/2	Café muy oscuro
2	A ₂ p	7-19	12	Fco. Arenoso	48	48	4	Cubica subangular	10YR 3/3	Café oscuro	7,5 YR 3/3	Café oscuro
3	E	19-40	21	Fco. Arenoso	68	32	0	Cubica subangular	10YR 4/4	Café osc amarill.	7,5 YR 4/3	Café
4	B1	40-75	35	Fco. Arenoso	70	30	0	Cubica subangular	10YR 3/4	Café osc amarill.	10 YR 3/6	Café osc amarill.
5	AxB	75-120	45	Fco. Arenoso	68	32	0	Cubica subangular	7,5YR 3/4	Café oscuro	10 YR 3/3	Café oscuro

Cuadro 5b. Descripción de las propiedades químicas.

ORD	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	pH	M. O
	ppm	ppm	meq/100ml			ppm	ppm	ppm	ppm		%
1	23	5	0,31	7	0,9	223	2,4	3,4	6	4,9	7,9
2	9	1	0,17	5	0,8	183	1	5	1,7	5,2	5,2
3	4	1	0,1	2	0,5	66	0,9	6,9	0,6	5,4	3,6
4	4	2	0,12	3	0,5	69	1	8,1	1,1	5,6	4,3
5	2	1	0,13	2	0,4	58	1	5	1,3	5,4	3,9

Cuadro 5c. Descripción de las características físicas

ORD	Da. (gr/cm ³)			RAICES		POROS			CONSISTENCIA			
	M. HOYO	M. CILIN.	X	TAMAÑO	CANTIDAD	ABUND.	DIAMETRO	CONTINUIDAD	S. MOJADO	PLASTICIDAD	S. HUMEDO	S. SECO
1	0,85	0,86	0,86	Medianas y finas	Pocas y abundantes	Frecuentes	Micros	Continuos	Liger. Adheren	Plástico	Muy Friable	Blando
2	1,00	0,99	1,00	Medianas y finas	Pocas y abundantes	Frecuentes	Finos	Continuos	Adherente	Plástico	Friable	Liger. Duro
3	0,96	1,00	0,98	Finas	Comunes	Frecuentes	Finos	Continuos	Liger. Adheren	Liger. Plástico	Muy Friable	Blando
4	0,90	0,99	0,95	Muy finas	Muy pocas	Frecuentes	Micros	Continuos	Liger. Adheren	Plástico	Friable	Blando
5	0,96	0,99	0,98	Ninguna	Ninguna	Frecuentes	Micros	Continuos	Liger. Adheren	Plástico	Friable	Blando

Elaborado por: Los Autores.

1.2.19. Recomendaciones de manejo – Sitio N° 1.

Este tipo de suelo presenta mayores limitaciones que los suelos de la clase II, requieren prácticas especiales de manejo (baja intensidad de uso agrícola) y conservación. Estas limitaciones con frecuencia restringen las posibilidades de elección de los cultivos o el calendario de laboreo y siembra. El manejo de este suelo requiere sistemas de cultivo que proporcionen una adecuada protección vegetal, necesaria para defender al suelo de la erosión y para preservar su estructura.

Los suelos con esta clase en la finca La Molestina presentan un pH desde ligeramente ácido a ácido, una fertilidad y textura media lo que posibilita una producción moderada a alta, con aptitud para todos los cultivos adaptados a la zona tales como el maíz, yuca, plátano, pastos, café y cacao pero teniendo en cuenta que se deberá rotar los cultivos para no propiciar daños erosivos y degradación del suelo.

Cultivos intensivos como el maíz deberá realizarse en lo posible con labranza cero y con control manual de malezas, se tratará de asociar la siembra del maíz con leguminosas con el objetivo de fijar nitrógeno atmosférico. Adicionalmente se deberá fertilizar los cultivos en base a las recomendaciones de los análisis de suelo.

El cultivo de yuca y rizomas tropicales como la malanga y jengibre son recomendables para suelos de la clase III en la finca La Molestina. Las características de suelos encontradas permiten vislumbrar buenas producciones, pues,

teniendo estos suelos una buena profundidad, textura franco y buena porosidad, estos cultivos no encontrarán obstáculos para el engrosamiento de sus raíces.

Un cultivo promisorio tanto productivamente como económicamente hablando y que se puede adaptar correctamente a este tipo de suelo es el cacao, este cultivo a más de proveer una cobertura natural al suelo por la hojarasca que desprende consecutivamente la misma que provee de nutrientes al suelo y no permite el crecimiento de malezas, consecuentemente sus requerimientos culturales en la etapa productiva son casi nulos evitando de esta manera la acidificación del suelo por fertilizaciones y por controles químicos de malezas excesivas.

En cuanto a los cultivos de ciclo perenne ya sean estos frutales o forestales se recomienda tener en cuenta de mantener una cobertura vegetal en las zonas donde se presenten claros, esta puede ser cualquier tipo de leguminosa de tipo forrajera (maní forrajero, pueraría,) con el fin de combatir la compactación por el golpeteo de las gotas de agua y a la vez mantener en equilibrio los niveles de nutrientes como en nitrógeno y el fósforo.

Debido a las características de este suelo las enmiendas a utilizarse deberán ser de lenta transferencia en el caso del nitrógeno específicamente utilizar nitrato de amonio en sustitución de la urea. Además se deberá realizar constantes evaluaciones de pH con el fin de determinar si el suelo necesitara ser encalado a futuro.

Actualmente los cultivos que están presentes en este sitio son árboles de cítricos con una cobertura de maní forrajero con lo que se concluye que el uso que se le de esta dando a este sitio con esta clase de suelo esta correcto, únicamente se debería evaluar la productividad y rentabilidad del cultivo principal (cítricos) frente a los bajos contenidos de nutrientes que arrojó los análisis de suelo realizados y elaborar un plan adecuado de fertilización de acuerdo a los requerimientos del cultivo.

Cuadro 6. Uso actual y potencial de la Finca “Ernesto Molestina”- Sitio N° 1.

Uso actual	Uso potencial	Prácticas de manejo	Categoría
<p>Cultivo de cítricos (<i>Citrus sp.</i>) asociado con maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>)</p>	<p>Cultivos intercalados de, maíz (<i>Zea mays</i>), yuca (<i>Manihot esculenta</i>), plátano (<i>Musa sp.</i>), café (<i>Coffea arabica L.</i>) y cacao (<i>Theobroma cacao</i>). Pastos o cultivos forestales, limitados, moderados o intensivos, y Vida silvestre.</p>	<p>Se recomienda: Labranza mínima. Fertilización con base a análisis de suelos. Siembra de cultivos intercalados. Siembra de cultivos en rotación. Utilización de enmiendas orgánicas y fertilización.</p>	<p>Agrícola y Pecuario</p>

Elaborado por: Los Autores.

1.3. Información acerca del sitio de la muestra - Sitio N° 2.

1.3.1 Número de perfil.

Perfil Dos.

1.3.2. Fecha de Observación.

2007 – 08 – 13.

1.3.3. Altitud.

241 msnm.

1.3.4. Ubicación.

1.3.4.1. Ubicación política.

La finca Ernesto Molestina políticamente pertenece a la Parroquia Luz de América perteneciente al Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, el proyecto se ubica en el Km. 28 de la Vía a Quevedo.

1.3.4.2. Ubicación Geográfica.

Latitud: 00° 26' 17'' S

Longitud: 79° 19' 33'' W

1.3.5. Forma del terreno.

1.3.5.1. Posición fisiográfica del lugar.

Planicie

1.3.5.2. Topografía del terreno circundante.

Plano o casi plano: 0,75 % de pendiente.

1.3.6. Pendiente donde el perfil esta situado.

Clase 2, suavemente inclinado. 3 %

1.3.7. Vegetación o Uso de la Tierra.

Pastizal Saboya (*Panicum maximum*)

1.3.8. Drenaje.

Clase 3, Moderadamente bien drenado.

1.3.9. Permeabilidad.

Clase 4, Moderada. (2,00 a 6,25 cm/hora).

La velocidad de infiltración básica obtenida en este sitio es de 3,838 cm/hora (Ver cuadro 32), que lo ubica en la clase antes mencionada.

1.3.10. Escorrentía.

Clase 4, Moderadamente lento.

1.3.11. Erosión.

Ninguna, No afecta.

1.3.12. Humedad.

Perfil húmedo en su totalidad.

1.3.13. Profundidad efectiva del suelo.

Clase 3, Profundo (de 60 a 90 cm de espesor). Se observó visualmente en el perfil que hasta los 68 cm de profundidad, se desarrollan con normalidad las raíces de las plantas en este perfil de suelo, lo cual la ubica en la clase antes mencionada.

1.3.14. Factores Adicionales transitorios para definir la Clase del Suelo.

Cuadro 7. Factores adicionales transitorios – Sitio N°2.

Características	Grado	Nominación	Valor
Pendiente	A	0,75 %	0,75 %
Erosión	A	No afecta	Ninguna
Prof. Efectiva	C	Profundo	0,68 m
Textura	D	Ligera	Franco Limoso
Permeabilidad	D	Moderada	3,838 cm/hora

Elaborado por: Los Autores.

1.3.15. Clasificación agrológica e Interpretación de la tabla.

Para establecer la Clasificación Agrológica de los Suelos según su Capacidad de Uso en el Sitio N°2 se determinó con el establecimiento del grado de los factores adicionales transitorios: pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad, con el cálculo correspondiente según la metodología que se indica en la Tabla 1.

Cuadro 8. Clasificación agrológica según su capacidad de uso – Sitio N°2.

Pendiente +	Erosión +	Prof. Efectiva +	Textura +	Permeabilidad
0,75 % (a)	Ninguna (a)	0,68 m (c)	Fco. Lim (d)	3,838 cm/hora (d)
4 * 3	4 * 2	6 * 1	7 * 1	7 * 1
12	8	6	7	7
(12+8+6+7+7) = 40 PUNTOS - CLASE II - COLOR AMARILLO				

Elaborado por: Los Autores

1.3.16. Subclases y unidades de capacidad de uso.**Cuadro 9.** Subclases y unidades de capacidad de uso – Sitio N°2.

Número de perfil	Categoría de clasificación	Clase de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso	Unidades de capacidad de uso
2	II	Suelos adecuados para cultivos	s	s4

Elaborado por: Los Autores

1.3.17 Interpretación.

En el Cuadro 8 se clasificó con los valores adicionales transitorios y se llegó a una calificación de 40 puntos, lo que corresponde a la clase II, que debe ubicarse en el mapa de suelos de color amarillo. Los suelos de la clase II tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de plantas o requieren moderadas prácticas de conservación. Los suelos pueden ser usados para cultivos agronómicos, hortalizas, frutales, pastos, bosques y vida silvestre. Se le asigna un valor agronómico de 76 a 89 %.

1.3.18. Descripción del perfil N°2.

Cuadro 10. Descripción de los horizontes de la Calicata N° 2.

Ubicación: Latitud 00° 26' 17" S Longitud 79° 19' 33" W

Altitud: 241 msnm

Cuadro 10a. Descripción de las propiedades físicas.

ORD	HOR.	PROF. (cm)	ESPES. (cm)	CLASE TEXTURAL	TEXTURA %			ESTRUCTURA	COLOR SECO		COLOR HUMEDO	
					ARENA	LIMO	ARCILLA		IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN	IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN
1	A ₁	0 - 8	8	Fco. Limoso	42	50	8	Sin estructura	10YR 3/2	Café past. muy osc.	10YR 3/4	Café osc amarill.
2	A ₂	8-23	15	Fco. Limoso	40	54	6	Cúbica subangular	10YR 4/4	Café osc amarillento	10YR 3/3	Café osc amarill.
3	A ₃	23-40	17	Fco. Arenoso	48	46	6	Cúbica subangular	2,5Y 4/4	Café oliva	10YR 4/4	Café osc amarill.
4	E	40-76	36	Fco. Arenoso	60	34	6	Columnar Subangular	7,5 YR 5/4	Café	10YR 5/4	Café
5	AXB	76-89	13	Fco. Arenoso	60	36	4	Columnar Subangular	10YR 3/3	Café osc amarillento	7,5YR 3/3	Café oscuro
6	B ₁	89-120	31	Fco. Arenoso	64	32	4	Columnar Subangular	10YR 3/2	Café past. muy osc.	10YR 3/2	Café past. muy osc.

Cuadro 10b. Descripción de las propiedades químicas.

ORD	N ppm	P ppm	K	Ca meq/100ml	Mg	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	pH	M. O %
2	10	1	0,16	5	0,9	192	1,5	3,3	3,1	5,4	6,2
3	4	1	0,12	3	0,6	81	1,5	4,8	1,3	5,5	3,4
4	2	1	0,13	2	0,5	56	0,9	6,9	0,4	5,7	4,1
5	2	1	0,1	2	0,5	58	0,9	5,5	0,9	5,6	3,8
6	2	1	0,11	2	0,5	59	1	4,5	1,3	5,5	3,8

Cuadro 10c. Descripción de las características físicas.

ORD	Da.(gr/cm ³)			RAICES		POROS			CONSISTENCIA			
	M. HOYO	M. CILIN.	X	TAMAÑO	CANTIDAD	ABUND.	DIAMETRO	CONTINUIDAD	S. MOJADO	PLASTICIDAD	S. HUMED	S. SECO
1	0,86	0,78	0,82	Finas y muy finas	Muy abundantes	Muchos	Micro	Continuos	No adherente	No plástico	Muy Friable	Blando
2	0,93	0,88	0,91	Muy finas	Abundantes	Frecuentes	Mico	Continuos	Liger. Adher	Muy plástico	Firme	Liger. Duro
3	0,84	1,03	0,94	Muy finas	Muy pocas	Frecuentes	Muy finos	Continuos	Adherente	Plástico	Firme	Duro
4	0,89	0,97	0,93	Muy finas	Muy pocas	Frecuentes	Muy finos	Continuos	Liger. Adher	Plástico	Friable	Liger. Duro
5	1,00	0,91	0,96	Ninguna	Ninguna	Frecuentes	Muy finos	Continuos	Liger. Adher	Plástico	Friable	Blando
6	0,97	0,99	0,98	Ninguna	Ninguna	Frecuentes	Muy finos	Continuos	Liger. Adher	Plástico	Friable	Blando

H 5= Mancha grande de color anaranjado o moteado de hierro 50*23cm, además se encontro agregados de arena.

Elaborado por: Los Autores

1.3.19. Recomendaciones de manejo - Sitio N°2.

Como se menciona en la literatura los suelos de la clase II, tiene limitaciones muy bajas por lo que se les considera suelos buenos. Esto no significa, sin embargo, que se debe abusar de labranzas, fertilizaciones excesivas, riegos exagerados, etc. Por lo tanto los suelos de la clase II de la finca “Ernesto Molestina” son aptos para todos los cultivos que se produzcan en la zonas como: plátano, piña, maíz, soya, tubérculos tropicales, palmito, cítricos, pasturas, forestales, ornamentales, maracuyá, etc.

No obstante hay que considerar que este sitio tiene problemas de acidez y de bajos niveles de nutrientes, consecuentemente así como el suelo es apto para todo tipo de cultivo de la zona deberá tenerse muy en cuenta los requerimientos nutricionales de cada cultivo a la hora de establecerlos con el fin de obtener resultados productivos favorables.

El uso actual del sitio es de plantaciones de piña y temporalmente con pasto Saboya, se debería enfocar a establecer completamente este sitio con plantación de piña que es un producto rentable y del cual actualmente se obtienen resultados favorables tanto en calidad como en cantidad.

A continuación se presenta un cuadro que detalla, el uso actual y potencial de la finca, correspondiente a la Clase II.

Cuadro 11. Uso actual y potencial de la finca Ernesto Molestina en el Sitio N°2.

Uso actual	Uso potencial	Prácticas de manejo	Categoría
<p>40 % Piña, 50 % Suelo en descanso Pasto Saboya, 10 % Gliricidia.</p>	<p>Cultivo intensivo, moderado o limitado de plátano (<i>Musa sp</i>), maíz (<i>Zea mayz</i>), soya (<i>Glycine max L Merr</i>), tubérculos tropicales, palmito (<i>Bactris gassipaes</i>), Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>), y ornamentales. Cultivo intensivo, moderado o limitado de pastos.</p>	<p>Se recomienda: Labranza reducida. Reciclaje de residuos de cosechas. Fertilización en base a análisis de suelos. Utilización de enmiendas orgánicas. Siembra de cultivos en asocio. Siembra de cultivos en rotación. Siembra de cultivos intercalados. División de potreros. Establecimiento de cercas vivas. Siembras de pastos mejorados. Producción de pastos de corte.</p>	<p>Agrícola y Pecuario</p>

Elaborado por: Los Autores.

1.4. Información acerca del sitio de la muestra - Sitio N° 3.

1.4.1. Número de perfil.

Perfil Tres.

1.4.2. Fecha de Observación.

2007 – 08 – 20.

1.4.3. Altitud.

271 msnm.

1.4.4. Ubicación.

1.4.4.1. Ubicación política.

La finca Ernesto Molestina políticamente pertenece a la Parroquia Luz de América perteneciente al Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, se ubica en el Km. 28 de la Vía a Quevedo.

1.4.4.2. Ubicación Geográfica.

Latitud: 00° 26' 18'' S

Longitud: 79° 19' 40'' W

1.4.5. Forma del terreno.

1.4.5.1. Posición fisiográfica del lugar.

Planicie.

1.4.5.2. Topografía del terreno circundante.

Plano o casi plano: 0,95 % de pendiente.

1.4.6. Pendiente donde el perfil esta situado.

Clase 1, plano o casi plano. 2 %

1.4.7. Vegetación o Uso de la Tierra.

Yuca. (*Manihot esculenta*)

1.4.8. Drenaje.

Clase 3, Moderadamente bien drenado.

1.4.9. Permeabilidad.

Clase 4, Moderada (de 2 a 6,25 cm/hora).

La velocidad de infiltración básica obtenida en este sitio es de 2,802 cm/hora (ver cuadro 35), que lo ubica en la clase antes mencionada.

1.4.10. Escorrentía.

Clase 4, Moderadamente lento.

1.4.11. Erosión.

Ninguna, No afecta.

1.4.12. Humedad.

Perfil húmedo en su totalidad.

1.4.13. Profundidad efectiva del suelo.

Clase 3, Profundo (de 60 a 90 cm de espesor). Se observó visualmente en el perfil que hasta los 76 cm de profundidad, se desarrollan con normalidad las raíces de las plantas en este perfil de suelo, lo cual la ubica en la clase antes mencionada.

1.4.14. Factores Adicionales transitorios para definir la Clase del Suelo.

Cuadro 12. Factores adicionales transitorios – Sitio N°3.

Características	Grado	Nominación	Valor
Pendiente	A	0,95 %	0,95 %
Erosión	A	No afecta	Ninguna
Prof. Efectiva	B	Muy Profundo	0,76 m
Textura	D	Ligera	Franco Limoso
Permeabilidad	D	Moderada	2,802 cm/hora

Elaborado por: Los Autores.

1.4.15. Clasificación agrológica e Interpretación de la tabla.

La Clasificación Agrológica de los Suelos según su Capacidad de Uso en el Sitio N°3 se determinó estableciendo; la pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad según la metodología de la Tabla 1 y se realiza de la siguiente manera:

Cuadro 13. Clasificación agrológica según su capacidad de uso – Sitio N°3.

Pendiente +	Erosión +	Prof. Efectiva +	Textura +	Permeabilidad
0,95 % (a)	Ninguna (a)	0,78 m (b)	Fco. Lim (d)	2,802 cm/hora (d)
4 * 3	4 * 2	5 * 1	7 * 1	7 * 1
12	8	5	7	7
(12+8+5+7+7) = 39 PUNTOS - CLASE II - COLOR AMARILLO				

Elaborado por: Los Autores.

1.4.16. Subclases y unidades de capacidad de uso.**Cuadro 14.** Subclases y unidades de capacidad de uso – Sitio N°3

Número de perfil	Categoría de clasificación	Clase de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso	Unidades de capacidad de uso
3	II	Suelos adecuados para cultivos	S	s4

Elaborado por: Los Autores

1.4.17. Interpretación.

En el Cuadro 13, se determinó con los valores adicionales transitorios y se llegó a una calificación de 39 puntos, la misma que corresponde a la clase II, que debe ubicarse en el mapa de suelos de color amarillo. Según la literatura, estos suelos tienen limitaciones moderadas que reducen la elección de plantas o requieren moderadas prácticas de conservación. Los suelos pueden ser usados para cultivos agronómicos, hortalizas, frutales, pastos, bosques y vida silvestre. Se le asigna un valor agronómico de 76 a 89 %.

1.4.18. Descripción del perfil N°3.

Cuadro 15. Descripción de los horizontes de la Calicata N° 3.

Ubicación: Latitud 00° 26' 17" S Longitud 79° 19' 40" W

Altitud: 271 msnm

Cuadro 15a. Descripción de las propiedades físicas.

ORD	HOR.	PROF. (cm)	ESPE. (cm)	CLASE TEXTURAL	TEXTURA %			ESTRUCTURA	COLOR SECO		COLOR HUMEDO	
					ARENA	LIMO	ARCILLA		IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN	IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN
1	A ₁ p	0-10	10	Franco	52	38	10	Esferoidal granular	10 YR 3/3	Café oscuro	2,5 Y 2,5/1	Negro
2	A ₁ pA ₃	10-18	8	Fco. Limoso	42	50	8	Esferoidal granular	10YR 4/4	Café amarillento	10 YR 4/3	Café
3	A ₃	18-65	47	Fco. Arenoso	62	34	4	Columnar subangular	10YR 3/6	Café amarillento	10 YR 3/2	Café plom muy osc
4	AxB	65-120	55	Fco. Arenoso	52	40	8	Columnar subangular	10YR 3/3	Café oscuro	10 YR 3/4	Marron amar osc

Cuadro 15b. Descripción de las propiedades químicas.

ORD	N ppm	P ppm	K	Ca	Mg	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	pH	M. O %
1	8	1	0,64	13	1,7	59	1	1,7	3,3	5,7	10,5
2	6	3	0,23	6	1,1	83	1,3	5,2	0,9	5,9	4,3
3	2	1	0,36	2	0,4	73	1,3	9,1	0,7	6,2	3,7
4	2	2	0,28	1	0,4	57	1,3	5	0,6	5,9	3,4

Cuadro 15c. Descripción de las características físicas.

ORD	Da. (gr/cm3)			RAICES		POROS			CONSISTENCIA			
	M. HOYO	M. CILIN.	X	TAMAÑO	CANTIDAD	ABUND.	DIAMETRO	CONTINUIDAD	S. MOJADO	PLASTICIDAD	S. HUMED	S. SECO
1	0,74	0,78	0,76	Finas y muy finas	Abundantes	Frecuentes	Muy finos y finos	Continuos	Liger. Adher	No Plástico	Friable	Liger. Duro
2	0,98	0,93	0,96	Muy finas	Comunes	Muchos	Muy finos	Continuos	Liger. Adher	Liger. Plástico	Friable	Liger. Duro
3	0,97	1,03	1,00	Muy finas	Pocas	Frecuentes	Muy finos	Continuos	Liger. Adher	Liger. Plástico	Muy Friable	Blando
4	1,00	1,04	1,02	Muy finas	Muy pocas	Frecuentes	Micros	Continuos	Liger. Adher	Plástico	Friable	Blando

H 3 Presencia de galerías de forma alargada 6-10 cm * 2-3 cm

H 3-4 = Manchas pequeñas de color negro

H 3 En este horizonte se encontró la presencia de deyecciones.

Elaborado por: Los Autores.

1.4.19. Recomendaciones de manejo.

Los suelos de la Clase II son considerados como suelos aptos para ser usados libremente puesto que tiene bajas limitaciones pero no se deberá abusar de la mecanización agrícola y/o del riego.

Estos suelos pueden ser establecidos con todo tipo de cultivo de la zona como: plátano, piña, maíz, soya, tubérculos tropicales, palmito, cítricos, pasturas, forestales, café, cacao, ornamentales, etc. Debido a sus condiciones óptimas de profundidad, drenaje, entre otras.

Según los análisis físico-químicos realizados en este sitio, mencionan que estos suelos presentan niveles de nutrientes en bajas cantidades por lo que se deberá tener especial atención a las necesidades nutricionales del cultivo a establecerse en el sitio. Además se deberá tener un control frecuente de la acidez del suelo en este sitio de la finca.

El uso actual del sitio es sombrío de yuca, de la misma que se obtienen óptimos resultados por el tipo de suelo que presenta el sitio. Se debería realizar análisis foliares así como de las raíces producidas para verificar que niveles de deficiencia se presenta y así poder emitir un criterio para definir el plan de fertilización a utilizarse en la próxima siembra del producto siempre y cuando se mantenga en cultivo actual.

Al igual que el Sitio N°2 se recomienda la siembra de piña puesto que es un producto mucho más rentable mediante el cual se aprovecharía de mejor manera las características favorables de esta clase de suelo. De implementarse este cultivo deberá tenerse muy en cuenta que la piña es muy susceptible a las enfermedades bacterianas producidas por la humedad excesiva, de ser posible se tendrá que realizar labores de drenaje en los lugares con mayor tendencia al anegamiento.

Cuadro 16. Uso actual y potencial de la finca Ernesto Molestina en el Sitio N°3.

Uso actual	Uso potencial	Prácticas de manejo	Categoría
<p>50 % Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), 50 % Cacao (<i>Theobroma cacao</i>).</p>	<p>Cultivo intensivo, moderado o limitado de palmito (<i>Bactris gassipaes</i>), cacao (<i>Theobroma cacao</i>). , piña (<i>Ananas comosus</i>), pastos.</p>	<p>Se recomienda: Incorporación de material orgánico. Fertilización en base a análisis de suelos. Siembra de cultivos en asocio. Siembra de cultivos en rotación. Siembra de cultivos intercalados. División de potreros. Establecimiento de cercas vivas. Siembras de pastos mejorados. Producción de pastos de corte.</p>	<p>Agrícola y Ganadera.</p>

Elaborado por: Los Autores.

1.5. Información acerca del sitio de la muestra - Sitio N° 4.

1.5.1. Número de perfil.

Perfil Cuatro.

1.5.2. Fecha de Observación.

2007 – 08 – 27.

1.5.3. Altitud.

259 msnm.

1.5.4. Ubicación.

1.5.4.1. Ubicación política.

La finca Ernesto Molestina políticamente pertenece a la Parroquia Luz de América perteneciente al Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, y se ubica en el Km. 28 de la Vía a Quevedo.

1.5.4.2. Ubicación Geográfica.

Longitud: 00° 26' 18'' S

Latitud: 79° 19' 28'' W

1.5.5. Forma del terreno.

1.5.5.1. Posición fisiográfica del lugar.

Depresión.

1.5.5.2. Topografía del terreno circundante.

Fuertemente ondulado: 16 % de pendiente.

1.5.6. Pendiente donde el perfil esta situado.

24,2 % de pendiente = Clase 4, Moderadamente escarpado.

1.5.7. Vegetación o Uso de la Tierra.

Palmito (*Bactris gassipaes*).

1.5.8. Drenaje.

Clase 4, Bien drenado.

1.5.9. Permeabilidad.

Clase 4, Moderada (de 2,00 a 6,25 cm/hora). La velocidad de infiltración básica obtenida en este sitio es de 5,622 cm/hora (ver cuadro 38), que lo ubica en la clase antes mencionada.

1.5.10. Escorrentía.

Clase 4, Moderadamente lento.

1.5.11. Erosión.

Ninguna, No afecta.

1.5.12. Humedad.

Perfil húmedo en su totalidad.

1.5.13. Profundidad efectiva del suelo.

Clase 3, Profundo (de 60 a 90 cm de espesor). Se observó visualmente en el perfil que hasta los 62 cm de profundidad, se desarrollan con normalidad las raíces de las plantas en este perfil de suelo, lo cual la ubica en la clase antes mencionada.

1.5.14. Factores Adicionales transitorios para definir la Clase del Suelo.

Cuadro 17. Factores adicionales transitorios – Sitio N°4.

Característicos	Grado	Nominación	Valor
Pendiente	b	16%	16%
Erosión	a	No afecta	Ninguna
Prof. Efectiva	c	Profundo	0,62 m
Textura	e	Liviana	Franco Arenoso
Permeabilidad	d	Moderada	5,622 cm/hora

Elaborado por: Los Autores.

1.5.15. Clasificación agrológica e Interpretación de la tabla.

Para establecer la Clasificación Agrológica de los Suelos según su Capacidad de Uso en el Sitio N° 4 se determina calculando a la pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad, según la metodología que indica en la Tabla 1 y se realiza de la siguiente manera:

Cuadro 18. Clasificación agrológica según su capacidad de uso – Sitio N°4.

Pendiente +	Erosión +	Prof. Efectiva +	Textura +	Permeabilidad
16 % (b)	Ninguna (a)	0,62 m (c)	Fco. Are (e)	5,622 cm/hora (d)
5 * 3	4 * 2	6 * 1	20 * 1	7 * 1
15	8	6	20	7
(15+8+6+20+7) = 56 PUNTOS - CLASE IV - COLOR AZUL				

Elaborado por: Los Autores.

1.5.16. Subclases y Unidades de capacidad de uso.**Cuadro 19.** Subclases y unidades de capacidad de uso – Sitio N°4.

Número de perfil	Categoría de clasificación	Clase de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso	Unidades de capacidad de uso
4	IV	Suelos adecuados para cultivos	S	s24

Elaborado por: Los Autores.

1.5.17. Interpretación.

En el Cuadro 18, se estableció los valores adicionales transitorios y se llegó a una calificación de 56 puntos, la misma que corresponde a la clase IV, que debe ubicarse en el mapa de suelos de color azul. Según la literatura los suelos de la clase IV tienen limitaciones muy severas que reducen la elección de plantas y requieren manejo muy cuidadoso. Los suelos de esta clase pueden utilizarse para cultivos agronómicos de ciclo permanente como frutales mas comunes de la zona, siendo mayormente utilizados para pastos, bosques y vida silvestre. Valor 53 a 64 %.

1.5.18. Descripción del perfil N°4.

Cuadro 20. Descripción de los horizontes de la Calicata N° 4.

Ubicación: Latitud 00° 26' 18" S Longitud 79° 19' 28" W

Altitud: 259 msnm

Cuadro 20a. Descripción de las propiedades físicas.

ORD	HOR.	PROF. (cm)	ESPES. (cm)	CLASE TEXTURAL	TEXTURA %			ESTRUCTURA	COLOR SECO		COLOR HUMEDO	
					ARENA	LIMO	ARCILLA		IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN	IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN
1	O _{2i}	0 - 5	5	Franco	47	36	17	Esferoidal migajosa	10 YR 3/3	Café oscuro	7,5 YR 2,5/2	Café muy oscuro
2	A _{3p}	5-25	20	Fco. Arenoso	47	20	33	Esferoidal granular	10 YR 3/4	Café osc. Amarillento	7,5 YR 3/4	Café oscuro
3	B ₁	25-67	42	Fco. Arenoso	55	26	19	Cúbica subangular	10 YR 3/6	Café osc. Amarillento	10 YR 3/3	Café oscuro
4	B ₂	67-106	39	Fco. Arenoso	59	30	11	Cúbica subangular	10 YR 3/4	Café osc. Amarillento	10 YR 4/3	Café
5	AxB	106-120	14	Fco. Arenoso	51	32	17	Columnar subangular	10 YR 3/3	Café oscuro	10 YR 2/2	Café muy oscuro

Cuadro 20b. Descripción de las propiedades químicas.

ORD	N ppm	P ppm	K	Ca meq/100ml	Mg	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	pH	M. O %
2	6	1	0,17	3	0,6	57,7	3	8,1	2,2	5,1	3,74
3	4	1	0,09	2	0,4	58,6	2,6	8	1,3	5,4	2,9
4	5	2	0,09	2	0,4	69,6	2,5	9,1	1,5	5,3	2,83
5	5	1	0,09	2	0,4	56,4	2,2	4,7	1,8	5,3	2,52

Cuadro 20c. Descripción de las características físicas.

ORD	Da.(gr/cm ³)			RAICES		POROS			CONSISTENCIA			
	M. HOYO	M. CILIN.	X	TAMAÑO	CANTIDAD	ABUND.	DIAMETRO	CONTINUIDAD	S. MOJADO	PLASTICIDAD	S. HUMED	S. SECO
1	1,06	0,98	1,02	Gruesas y muy finas	Pocas y abundantes	Frecuentes	Finos	Continuos	Liger. Adher.	Liger. Plástico	Friable	Suelto
2	1,13	1,08	1,11	Finas	Pocas y abundantes	Frecuentes	Finos	Continuos	Adherente	Plástico	Friable	Liger Duro
3	0,97	0,97	0,97	Finas	Muy pocas	Muchos	Muy Finos	Continuos	Liger. Adher.	Plástico	Muy Friable	Liger Duro
4	0,94	0,99	0,97	Ninguna	Ninguna	Frecuentes	Muy Finos	Continuos	Liger. Adher.	Plástico	Friable	Blando
5	0,91	0,93	0,92	Ninguna	Ninguna	Frecuentes	Muy Finos	Continuos	Liger. Adher.	Liger. Plástico	Friable	Blando

Elaborado por: Los Autores.

1.5.19. Recomendaciones de manejo.

Como se describe en la interpretación este tipo de suelo tiene severas limitaciones y en este caso se lo atribuye a la pendiente muy pronunciada que posee el sitio (16 %).

En esta clase de suelo no se deberá practicar labores de mecanización agrícola puesto que el suelo quedaría muy suelto y con las lluvias se propiciaría el lavado de la capa arable y su posterior sedimentación en la parte mas baja del sitio.

Lo mas indicado para evitar erosión y arrastre de nutrientes por escorrentía en este tipo de suelo será establecer cultivos verticales como frutales con especies rastreras de tipo forrajero tales como maní forrajero o pueraria que a la vez incrementan los niveles de nitrógeno y fortalecen al cultivo principal, adicionalmente se puede recomendar cultivos que de alguna manera produzcan alguna clase de cobertura como hojarasca o productos de poda como es el caso del cacao o especies forestales nativas.

Para cultivos perennes como plátano, banano, cacao se deberá realizar mediante plantaciones en terraza, individuales al inicio que puedan gradualmente convertirse en terrazas de banco continuos en el futuro, esto evitará una caída de los árboles y facilitará las labores de control de malezas, fertilización, cosecha, etc.

Actualmente el sitio esta siendo explotado con un cultivo de palmito el mismo que presenta baja producción que se puede atribuir a los bajos niveles de nutrientes que existen con el sitio de acuerdo a los análisis químicos realizados en esta investigación. De mantenerse este cultivo se recomendaría realizar análisis foliares para realizar las comparaciones entre lo asimilado, lo presentes en el suelo y los requerimientos del cultivo y con esta información proceder a elaborar un plan de fertilización adecuado. Además por ser un terreno con tendencia a la acidificación se tiene que realizar un encalado antes de emprender un programa de fertilización.

Cuadro 21. Uso actual y potencial de la finca Ernesto Molestina en el Sitio N°4.

Uso actual	Uso potencial	Prácticas de manejo	Categoría
<p>100 % Palmito (<i>Bactris gassipaes</i>)</p>	<p>Silvicultura, Pastos, Cacao (<i>Theobroma cacao</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i>). Palmito (<i>Bactris gassipaes</i>) Asociados con cultivos de tipo forrajero para evitar erosión o lavado de nutrientes, como Maní forrajero o pueraria.</p>	<p>Se recomienda:</p> <p>Prácticas de cultivo manuales. Reciclaje de residuos de cosechas. Fertilización en base a análisis de suelos. Utilización de enmiendas orgánicas. Siembra de cultivos intercalares. Siembra de cultivos en rotación en lo posible con pastizales o con maní forrajero y encalar el suelo.</p>	<p>Agrícola, Ganadera o Forestal.</p>

Elaborado por: Los Autores.

1.6. Información acerca del sitio de la muestra - Sitio N° 5.

1.6.1. Número de perfil.

Perfil Cinco.

1.6.2. Fecha de Observación.

2007 – 08 – 27.

1.6.3. Altitud.

280 msnm.

1.6.4. Ubicación.

1.6.4.1. Ubicación política.

La finca Ernesto Molestina políticamente pertenece a la Parroquia Luz de América perteneciente al Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, el proyecto se ubica en el Km. 28 de la Vía a Quevedo.

1.6.4.2. Ubicación Geográfica.

Latitud: 00° 26' 16'' S

Longitud: 79° 19' 44'' W

1.6.5. Forma del terreno.

1.6.5.1. Posición fisiográfica del lugar.

Depresión.

1.6.5.2. Topografía del terreno circundante.

Fuertemente ondulado: 12,88 % de pendiente.

1.6.6. Pendiente donde el perfil esta situado.

16 % de pendiente = Clase 4, Moderadamente escarpado

1.6.7. Vegetación o Uso de la Tierra.

Camacho, Caña guadua, Plátano, Heliconeas, Saboya.

1.6.8. Drenaje.

Clase 4, Bien drenado.

1.6.9. Permeabilidad.

Clase 5, Moderadamente rápida. (de 6,25 a 12,50 cm/hora). La velocidad de infiltración básica obtenida en este sitio es de 8,491 cm/hora (ver cuadro 41), que la ubica en la clase antes mencionada.

1.6.10. Escorrentía.

Clase 4, Moderadamente lento.

1.6.11. Erosión.

Ninguna, No afecta.

1.6.12. Humedad.

Perfil húmedo en su totalidad.

1.6.13. Profundidad efectiva del suelo.

Clase 4, Muy Profundo (> de 90 cm. de espesor). Se observó visualmente en el perfil que hasta los 96 cm de profundidad, se desarrollan con normalidad las raíces de las plantas en este perfil de suelo, lo cual la ubica en la clase antes mencionada.

1.6.14. Factores Adicionales transitorios para definir la Clase del Suelo.

Cuadro 22. Factores adicionales transitorios – Sitio N°5.

Características	Grado	Nominación	Valor
Pendiente	B	13%	13%
Erosión	A	No afecta	Ninguna
Prof. Efectiva	B	Muy Profundo	0,96 m
Textura	E	Liviana	Franco Arenoso
Permeabilidad	E	Rápida	8,491 cm/hora

Elaborado por: Los Autores.

1.6.15. Clasificación agrológica e Interpretación de la tabla.

Para establecer la Clasificación Agrológica de los Suelos según su Capacidad de Uso en el Sitio N°5 se determina calculando la pendiente, erosión, profundidad efectiva, textura y permeabilidad, según la metodología que indica la Tabla 1 y se realiza de la siguiente manera:

Cuadro 23. Clasificación agrológica según su capacidad de uso – Sitio N°5.

Pendiente +	Erosión +	Prof. Efectiva +	Textura +	Permeabilidad
13% (b) 5 * 3 15	Ninguna (a) 4 * 2 8	0,96 m (b) 5 * 1 5	Fco. Are (e) 20 * 1 20	8,491cm/hora (e) 20 * 1 20
(15+8+5+20+20) = 68 PUNTOS - CLASE IV - COLOR AZUL				

Elaborado por: Los Autores.

1.6.16. Subclases y Unidades de capacidad de uso.**Cuadro 24.** Subclases y unidades de capacidad de uso – Sitio N°5.

Número de perfil	Categoría de clasificación	Clase de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso	Unidades de capacidad de uso
5	IV	Suelos adecuados para cultivos	Sd	s24 d1

Elaborado por: Los Autores.

1.6.17. Interpretación.

En el Cuadro 23 se clasificó con los valores adicionales transitorios y se llegó a una calificación de 68 puntos, el mismo que corresponde a la clase IV, que debe ubicarse en el mapa de suelos de color azul. Suelos con limitaciones muy severas que reducen la elección de plantas y requieren manejo muy cuidadoso. Los suelos de esta clase pueden utilizarse para dos o tres de los cultivos agronómicos, hortalizas, frutales mas comunes, siendo mayormente utilizados para pastos, bosques y vida silvestre. Valor agronómico de 53 a 64 %.

1.6.18. Descripción del perfil N°5.

Cuadro 25. Descripción de los horizontes de la Calicata N° 5.

Ubicación: Latitud 00° 26' 16" S Longitud 79° 19' 44" W

Altitud: 280 msnm

Cuadro 25a. Descripción de las propiedades físicas.

ORD	HOR.	PROF. (cm)	ESPES. (cm)	CLASE TEXTURAL	TEXTURA %			ESTRUCTURA	COLOR SECO		COLOR HUMEDO	
					ARENA	LIMO	ARCILLA		IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN	IDENTIFIC.	DESCRIPCIÓN
1	O _{2e}	0 - 12	12	Orgánica	57	24	19	Cúbica angular	5Y 2.5/1	Negro	10 YR 2/1	Negro
2	A1	10-30	20	Fco. Arenoso	55	32	13	Cúbica subangular	10YR 4/4	Café amarillento osc.	10YR 3/4	Café amarillento osc.
3	A1B1	30-63	33	Fco. Arenoso	59	32	9	Cúbica subangular	10YR 4/6	Café amarillento osc.	10 YR 3/3	Café oscuro
4	B1	63-92	29	Fco. Arenoso	59	32	9	Columnar subangular	10YR 4/3	Café	10YR 3/4	Café amarillento osc.
5	BxA	92-120	28	Fco. Arenoso	59	28	13	Esferoidal granular	10YR 3/4	Café amarillento osc.	10 YR 3/3	Café oscuro

Cuadro 25a. Descripción de las propiedades químicas.

ORD	N ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	pH	M. O %
2	7	1	0,14	9	1,1	38,8	2,2	5,4	1,5	6	4,21
3	3	2	0,19	5	0,5	53,5	2	10	1,7	6,1	2,8
4	6	4	0,25	12	6,3	44	1,6	6,2	2	4,9	2,6
5	6	7	0,26	12	5,3	46,3	1,6	5,3	1,2	5,6	2,09

Cuadro 25a. Descripción de las características físicas.

ORD	Da. (gr/cm ³)			RAICES		POROS			CONSISTENCIA			
	M. HOYO	M. CILIN.	X	TAMAÑO	CANTIDAD	ABUND.	DIAMETRO	CONTINUIDAD	S. MOJADO	PLASTICIDAD	S. HUMED	S. SECO
1	0,79	0,79	0,79	Muy finas	Abundantes	Muchos	Muy finos	Discontinuos	Liger. Adher	Liger. Plástico	Muy Friable	Liger. Duro
2	0,78	0,83	0,81	Finas	Muy pocas	Muchos	Muy Finos	Discontinuos	Liger. Adher	Plástico	Muy Friable	Liger. Duro
3	0,83	0,91	0,87	Muy finas	Muy pocas	Muchos	Micro	Discontinuos	Liger. Adher	Liger. Plástico	Friable	Duro
4	0,99	1,04	1,02	Ninguna	Ninguna	Frecuentes	Muy finos	Discontinuos	No Adherente	Liger. Plástico	Friable	Liger. Duro
5	0,74	0,85	0,80	Muy finas	Muy pocas	Frecuentes	Muy finos	Discontinuos	Adherente	Plástico	Firme	Blando

Elaborado por: Los Autores.

1.6.19. Recomendaciones de manejo.

Este sitio esta limitado en su uso debido a la fuerte pendiente que mantiene, pero cabe resaltar que su profundidad es favorable.

Estos suelos no deberán ser sometidos a mecanización agrícola debido a que la capa arable es muy suelta, con las fuertes lluvias de la zona esta capa puede escurrir a la parte más baja erosionando la parte inclinada del terreno.

Se recomienda el uso de cobertura vegetal con cultivos como leguminosas forrajeras, forestales o con cultivos que produzcan cobertura como la hojarasca del cacao o el palmito que produce material vegetal en grandes cantidades mediante de las podas.

Si se decide por la siembra de forestales o árboles frutales se recomienda la formación de terrazas para evitar la caída de los mismos y además facilitar las labores agrícolas a realizarse en el proceso productivo.

Actualmente el sitio esta siendo ocupado por ornamentales, caña guadua, plátano y saboya. Tal como se menciona anteriormente no es factible mantener potreros en la hacienda puesto que esta no mantiene un hato ganadero. El sitio se podría explotar completándolo con caña guadua intercalada con plátano en las primeras etapas del cultivo principal con el fin de no dejar descubierto por completo el suelo.

Se deberá realizar análisis foliares de los cultivos presentes y comparar con los presentes en el suelo y tener en cuenta los requerimientos del cultivo ya que necesariamente se tiene que pensar en planes de fertilización para el plátano que es un producto exigente en nutrientes como el potasio ya que según el análisis realizados en este estudio los elementos principales están en cantidades deficientes. Además se tiene que pensar en una enmienda para regular la acidez del suelo por encontrarse elevada lo cual no es favorable para los cultivos que se recomiendan.

Cuadro 26. Uso actual y potencial de la finca Ernesto Molestina en el Sitio N°5.

Uso actual	Uso potencial	Prácticas de manejo	Categoría
100 % Suelo en descanso.	Cultivo moderado o limitado de palmito (<i>Bactris gassipaes</i>), cacao (<i>Theobroma cacao</i>), piña (<i>Ananas comosus</i>), yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Plátano o banano (<i>Musa sp</i>).	Se recomienda: Prácticas de cultivo manuales. Reciclaje de residuos de cosechas. Fertilización en base a análisis de suelos. Utilización de enmiendas orgánicas. Siembra de cultivos intercalares. Siembra de cultivos en rotación en lo posible con pastizales o con maní forrajero y encalar el suelo.	Agrícola y Ganadera.

Elaborado por: Los Autores.

2. Clasificación de los suelos de la finca Ernesto Molestina, según su aptitud para el riego.

2.1. Información a cerca del Sitio N° 1.

2.1.1. Suelo.

Textura	Fo (0 - 7cm); FoAo (8 - 120cm)
Profundidad	>120cm
pH	4,9 - 5,6
Salinidad	No existe presencia de sales (NS)

2.1.2. Topografía.

Pendiente	0%
Superficie	Uniforme, no precisa nivelaciones
Cobertura	Insuficiente, implica bajos costos de limpieza

2.1.3. Drenaje.

Suelo y topografía No requiere prácticas de drenaje

2.1.4. Velocidad de infiltración.

A continuación se presenta los cálculos de la Velocidad de Infiltración de acuerdo con el método gráfico y analítico, con sus respectivas curvas. Los cálculos de la prueba realizada en campo se encuentran en el ANEXO 18.

Cuadro 27. Cálculos de la Velocidad de Infiltración (Iv) – Sitio N° 1. (Método gráfico)

Tiempo min.	Tiempo acum. min.	Infiltración mm.	Inf. Acum. mm.	Veloc. Inf. mm/hora
0	0	0,0	0,0	0,0
1	1	17,0	17,0	1020,0
1	2	4,0	21,0	240,0
1	3	3,0	24,0	180,0
1	4	3,0	27,0	180,0
1	5	3,0	30,0	180,0
5	10	8,0	38,0	96,0
5	15	5,0	43,0	60,0
5	20	6,0	49,0	72,0
5	25	2,0	51,0	24,0
5	30	5,0	56,0	60,0
10	40	6,0	62,0	36,0
10	50	4,0	66,0	24,0
10	60	6,0	72,0	36,0
15	75	11,0	83,0	44,0
15	90	7,0	90,0	28,0
15	105	7,0	97,0	28,0
15	120	7,0	104,0	28,0
20	140	9,0	113,0	27,0
20	160	11,0	124,0	33,0
20	180	8,0	132,0	24,0
20	200	7,0	139,0	21,0
25	225	9,0	148,0	21,6
25	250	9,0	157,0	21,6

Elaborado por: Los Autores.

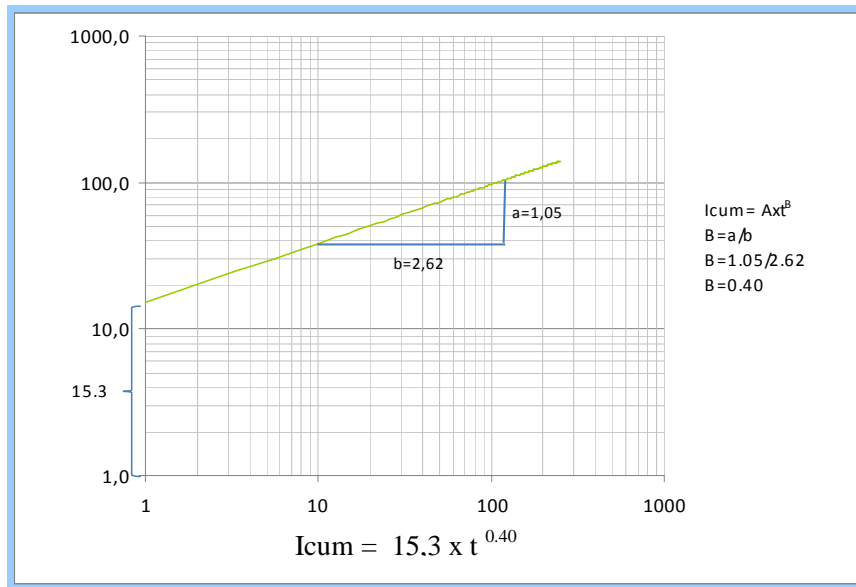


Fig 2. Curva de lámina acumulada, Icum. – Sitio N°1. (Método gráfico)

Cuadro 28. Cálculo de la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) – Sitio N° 1. (Método analítico)

Tiempo acumulado min.	Log Tcum (x)	Infiltración acumulada mm.	Log Icum (y)	x * y	x2
0	0	0	0	0	0
1	0,00	17	1,23	0	0
2	0,30	21	1,32	0,40	0,09
3	0,48	24	1,38	0,66	0,23
4	0,60	27	1,43	0,86	0,36
5	0,70	30	1,48	1,03	0,49
10	1,00	38	1,58	1,58	1,00
15	1,18	43	1,63	1,92	1,38
20	1,30	49	1,69	2,20	1,69
25	1,40	51	1,71	2,39	1,95
30	1,48	56	1,75	2,58	2,18

Continúa.....

40	1,60	62	1,79	2,87	2,57
50	1,70	66	1,82	3,09	2,89
60	1,78	72	1,86	3,30	3,16
75	1,88	83	1,92	3,60	3,52
90	1,95	90	1,95	3,82	3,82
105	2,02	97	1,99	4,02	4,09
120	2,08	104	2,02	4,19	4,32
140	2,15	113	2,05	4,41	4,61
160	2,20	124	2,09	4,61	4,86
180	2,26	132	2,12	4,78	5,09
200	2,30	139	2,14	4,93	5,29
225	2,35	148	2,17	5,10	5,53
250	2,40	157	2,20	5,27	5,75
	35,10		41,32	67,62	64,87

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 29. Resultados de la Velocidad de Infiltración – Sitio N°1. (Método analítico)

Resultados	
N =	23
m =	0,403
b =	1,182
A =	15,189
B =	0,403
Lámina acumulada I_{cum} =	$15,189 \times t^{0,403}$
a =	6,12
b =	-0,597
Velocidad de infiltración I_v (mm/min)=	$6,12 \times t^{-0,597}$
Velocidad de infiltración I_v (mm/hora)=	$367,38 \times t^{-0,597}$
Tiempo básico T_b =	358,134
Velocidad de infiltración básico VIB (mm/hora)=	10,98

Elaborado por: Los Autores.

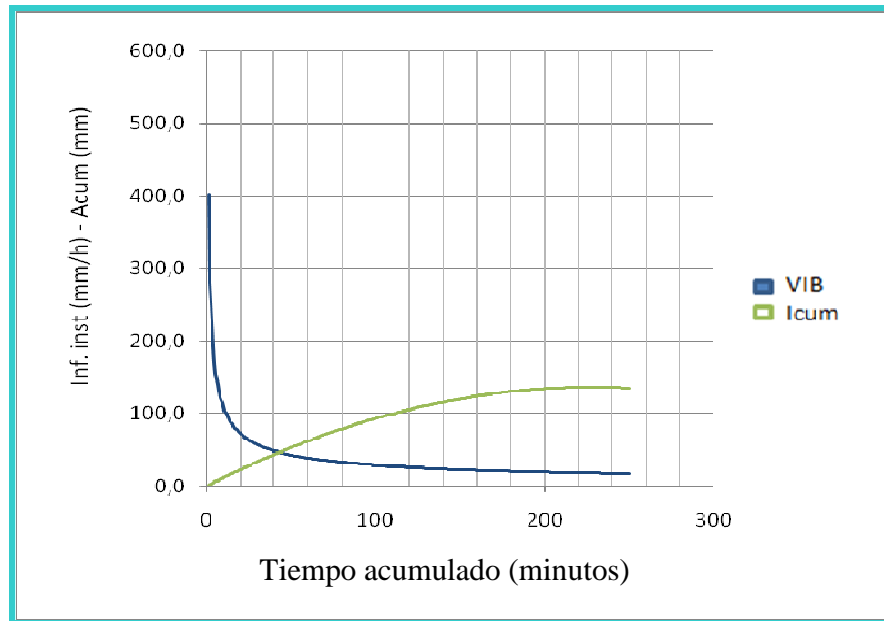


Fig 3. Curva de infiltración básica (VIB) y acumulada (Icum) – Sitio N°1.

Esta figura indica una alta velocidad de infiltración al inicio del ensayo de 400 mm/h, disminuyendo a 12 mm/h a los 30 minutos, valor que se mantiene constante hasta el final de la misma, este se traduce como real de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el método analítico (10,98 mm/h), que viene a ser la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) del suelo en estudio.

La curva de Infiltración Acumulada (Icum), refiere que la cantidad total de agua que ha ingresado al suelo es de 157 milímetros en 250 minutos. De este modo, se sabe que a los 10 minutos de estar regando el suelo, se habrá infiltrado 38 mm. (Ver cuadro 28)

2.1.5. Evaluación.

Uso de la tierra	L (tierra cultivada y no regada)
Productividad y desarrollo del suelo	Clase 2 de productividad (medio) Clase 2 de costos de desarrollo de la tierra (medio)
Requerimiento de agua de las parcelas	A (bajo)
Drenabilidad	X (buena)

2.1.6. Evaluaciones complementarias.

2.1.6.1. Suelos.

Fertilidad	y1 (baja) (Anexo N°2)
Vegetación de cobertura	c3 (alta)

2.1.7. Determinación de clase y subclase de suelo.

I	y ₁ c ₃
L22AX	

2.1.8. Interpretación.

Suelo de CLASE I, en la actualidad se encuentra una plantación de cítricos con cobertura vegetal de maní forrajero sin la implementación de un sistema de riego, los niveles de nutrientes se encuentran en un nivel bajo, inadecuados para una óptima producción agrícola, lo que amplía los costos de producción al ser necesaria labores de aportación y aplicación de fertilizantes. El requerimiento de agua por parte de los cultivos es bajo, ya que se encuentra cubierto casi en su totalidad por las precipitaciones a lo largo del año. Este suelo presenta buena permeabilidad, por lo que no es necesario prácticas de drenaje. Los valores de fertilidad obtenidos mediante análisis determinan que estos suelos se encuentran dentro de un rango de baja fertilidad química, con bajo contenido de MO.

2.1.9. Recomendaciones.

Se considera como suelo con problemas de acidificación aquel que presenta un pH por debajo de 6, por tal razón se recomienda la corrección de la acidez, para este efecto se deberá realizar la aplicación de carbonatos y óxidos de Calcio y Magnesio. Mediante la incorporación de estas enmiendas se logrará la neutralización del pH del suelo y una mejor estructura física.

La zona o Sitio N°1, presenta un suelo pobre en nutrientes ya que no contiene las cantidades adecuadas de los elementos minerales necesarios para una

óptima producción agrícola, esta deficiencia puede ser corregida mediante la aplicación de abonos orgánicos o bien mediante la aplicación de fertilizantes químicos. Supliendo así necesidades de macro y micronutrientes de acuerdo a la disponibilidad del suelo y los requerimientos del cultivo.

2.2. Información acerca del Sitio N° 2.

2.2.1. Suelo.

Textura	FoLi (0 - 23cm); FoAo (24 - 120cm)
Profundidad	>120cm
pH	5,4 - 5,9
Salinidad	NS

2.2.2. Topografía.

Pendiente	1%
Superficie	Uniforme, no precisa nivelaciones
Cobertura	Insuficiente, implica bajos costos de limpieza

2.2.3. Drenaje.

Suelo y topografía	No requiere prácticas de drenaje
--------------------	----------------------------------

2.2.4. Velocidad de infiltración.

A continuación se presenta los cálculos de la Velocidad de Infiltración de acuerdo con el método gráfico y analítico, con sus respectivas curvas. Los cálculos de la prueba realizada en campo se encuentran en el ANEXO 19.

Cuadro 30. Cálculos de la Velocidad de Infiltración (Iv) – Sitio N° 2. (Método Gráfico)

Tiempo min.	Tiempo acum. min.	Infiltración mm.	Inf. Acum. mm.	Veloc. Inf. mm/hora
0	0	0,0	0,0	0,0
1	1	9,0	9,0	540,0
1	2	5,0	14,0	300,0
1	3	4,0	18,0	240,0
1	4	4,0	22,0	240,0
1	5	3,0	25,0	180,0
5	10	9,0	34,0	108,0
5	15	7,0	41,0	84,0
5	20	8,0	49,0	96,0
5	25	7,0	56,0	84,0
5	30	6,0	62,0	72,0
10	40	12,0	74,0	72,0
10	50	14,0	88,0	84,0
10	60	13,0	101,0	78,0
15	75	14,0	115,0	56,0
15	90	16,0	131,0	64,0
15	105	17,0	148,0	68,0
15	120	15,0	163,0	60,0
20	140	18,0	181,0	54,0
20	160	21,0	202,0	63,0
20	180	23,0	225,0	69,0
20	200	20,0	245,0	60,0
25	225	16,0	261,0	38,4
25	250	15,0	276,0	36,0

Elaborado por: Los Autores.

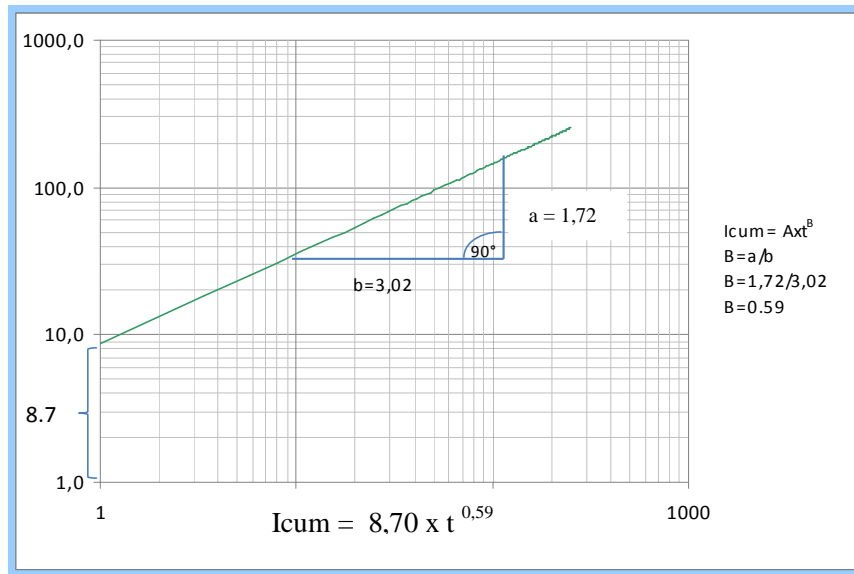


Fig 4. Curva de lámina acumulada, Icum.- Sitio N°2. (Método gráfico)

Cuadro 31. Cálculo de la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) – Sitio N° 2. (Método analítico).

Tiempo acumulado min.	Log Tacum (x)	Infiltración acumulada mm.	Log Iacum (y)	x * y	x ²
0	0	0	0	0	0
1	0,00	9	0,95	0	0
2	0,30	14	1,15	0,35	0,09
3	0,48	18	1,26	0,60	0,23
4	0,60	22	1,34	0,81	0,36
5	0,70	25	1,40	0,98	0,49
10	1,00	34	1,53	1,53	1,00
15	1,18	41	1,61	1,90	1,38
20	1,30	49	1,69	2,20	1,69
25	1,40	56	1,75	2,44	1,95
30	1,48	62	1,79	2,65	2,18
40	1,60	74	1,87	2,99	2,57
50	1,70	88	1,94	3,30	2,89

Continúa.....

60	1,78	101	2,00	3,56	3,16
75	1,88	115	2,06	3,86	3,52
90	1,95	131	2,12	4,14	3,82
105	2,02	148	2,17	4,39	4,09
120	2,08	163	2,21	4,60	4,32
140	2,15	181	2,26	4,85	4,61
160	2,20	202	2,31	5,08	4,86
180	2,26	225	2,35	5,30	5,09
200	2,30	245	2,39	5,50	5,29
225	2,35	261	2,42	5,68	5,53
250	2,40	276	2,44	5,85	5,75
	35,10		43,01	72,56	64,87

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 32. Resultados de la Velocidad de Infiltración – Sitio N°2. (Método analítico).

Resultados	
N =	23
m =	0,613
b =	0,935
A =	8,610
B =	0,613
Lámina acumulada $I_{cum} =$	$8,610 \times t^{0,613}$
a =	5,28
b =	-0,387
Velocidad de infiltración $I_v =$ (mm/min)	$5,28 \times t^{-0,387}$
Velocidad de infiltración $I_v =$ (mm/hora)	$316,57 \times t^{-0,387}$
Tiempo básico $T_b =$	232,35
Velocidad de infiltración básico $I_b =$ (mm/hora)	38,388

Elaborado por: Los Autores.

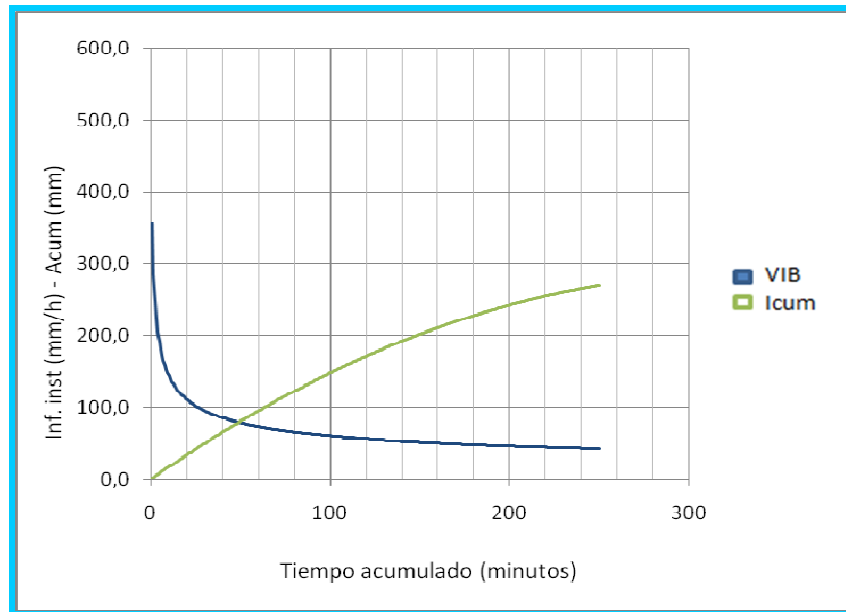


Fig 5. Curva de la infiltración básica (VIB) y acumulada (Icum) - Sitio N°2.

En el cuadro 30, indica que la velocidad de infiltración del agua en el primer minuto es 540 mm/h y un valor de 36 mm/h al término de la práctica de campo que duro aproximadamente 4 horas. Por otro lado en esta figura se aprecia una curva con una velocidad de infiltración en los primeros minutos del ensayo de 350 mm/h, posteriormente disminuye hasta ser casi constante a partir de los 100 minutos de la prueba, llegando a tener una velocidad promedio de 38,38 mm/h, valor que se convierte como la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) del suelo en estudio, mediante el método analítico.

La curva de Infiltración Acumulada (Icum), representa la cantidad total de agua que ha ingresado al suelo, reportando un valor de 276 milímetros a lo largo de todo el ensayo (250 minutos). La Icum permite definir la dosis de lámina de riego, por citar un ejemplo, a los 10 minutos de la prueba tenemos una lámina acumulada de 34 mm.

2.2.5. Evaluación.

Uso de la tierra	L (tierra cultivada y no regada)
Productividad y desarrollo del suelo	Clase 2 de productividad (medio) Clase 2 de costos de desarrollo de la tierra (medio)
Requerimiento de agua de las parcelas	A (bajo)
Drenabilidad	X (buena)

2.2.6. Evaluaciones complementarias.

2.2.6.1. Suelos.

Fertilidad	y1 (baja) (ver anexo N°2)
------------	---------------------------

2.2.7. Determinación de clase y subclase de suelo.

1	
L22AX	y1

2.2.8. Interpretación.

Suelo de CLASE I, debido a que presenta buenas condiciones de suelo y topografía, favorables para el desarrollo de cualquier cultivo. En la actualidad se encuentra un cultivo de piña sin la implementación de un sistema de riego, los niveles de nutrientes obtenidos mediante análisis de suelos se encuentran en un nivel bajo, inadecuados para una óptima producción agrícola, por tal razón es imperativo la aplicación de fertilizantes y enmiendas. El requerimiento de agua por parte del cultivo es bajo, ya que la piña es un cultivo resistente a la sequía, requiere de relativamente poca lluvia o irrigación, pero durante todo el año en forma equitativa, por dicha razón es necesaria la aplicación de riego en los meses de julio a noviembre.

Este suelo presenta buena permeabilidad, por lo que no es necesario prácticas de drenaje. La piña se adapta bien en regiones que reúnen condiciones tales como: clima cálido, terreno no inundable, preferentemente en suelos de textura arenosa, franco arenosa, franco limosa, franco arcillosa y de buen drenaje, fértiles, ricos en materia orgánica y suelos ácidos.

Según los resultados obtenidos los valores de pH de este suelo varían entre 5,4-5,9 considerado un rango óptimo para el desarrollo del cultivo de piña. En cuanto al contenido de materia orgánica, este suelo presenta contenidos de medianos (3,4%) a altos (7,3%).

2.2.9. Recomendaciones.

La fertilización es una labor fundamental para la producción comercial de piña, esta labor debe ser balanceada e integral para evitar desequilibrios entre elementos del suelo. Las recomendaciones de fertilización se basan de acuerdo a la fertilidad del suelo, clima, densidad utilizada y variedad. Las aplicaciones deben ser fraccionadas con alto contenido de nitrógeno y potasio, pero no así de fósforo.

2.3. Información acerca del Sitio N° 3.

2.3.1. Suelo.

Textura	Fo (0 - 13cm); FoLi (14 - 27cm); FoAo (28 - 120cm)
Profundidad	>120cm
pH	5,7 - 6,2
Salinidad	No existe presencia de sales (NS)

2.3.2. Topografía.

Pendiente	1%
Superficie	Uniforme, no precisa nivelaciones
Cobertura	Insuficiente, bajos costos de limpieza

2.3.3. Drenaje.

Suelo y topografía. No requiere prácticas de drenaje

2.3.4. Velocidad de infiltración.

A continuación se presenta los cálculos de la velocidad de infiltración de acuerdo con el método gráfico y analítico, con sus respectivas curvas. Los cálculos de la prueba de velocidad de infiltración realizada en campo se encuentran en el ANEXO 20.

Cuadro 33. Cálculos de Velocidad de Infiltración (Iv) - Sitio N° 3. (Método gráfico)

Tiempo	Tiempo acum.	Infiltración	Inf. Acum.	Veloc. Inf.
min.	min.	mm.	mm.	mm/hora
0	0	0,0	0,0	0,0
1	1	18,0	18,0	1080,0
1	2	11,0	29,0	660,0
1	3	9,0	38,0	540,0
1	4	5,0	43,0	300,0
1	5	8,0	51,0	480,0
5	10	5,0	56,0	60,0
5	15	4,0	60,0	48,0
5	20	6,0	66,0	72,0
5	25	5,0	71,0	60,0
5	30	6,0	77,0	72,0

Continúa.....

10	40	18,0	95,0	108,0
10	50	21,0	116,0	126,0
10	60	16,0	132,0	96,0
15	75	16,0	148,0	64,0
15	90	17,0	165,0	68,0
15	105	15,0	180,0	60,0
15	120	19,0	199,0	76,0
20	140	19,0	218,0	57,0
20	160	16,0	234,0	48,0
20	180	17,0	251,0	51,0
20	200	18,0	269,0	54,0
25	225	16,0	285,0	38,4
25	250	15,0	300,0	36,0

Elaborado por: Los Autores.

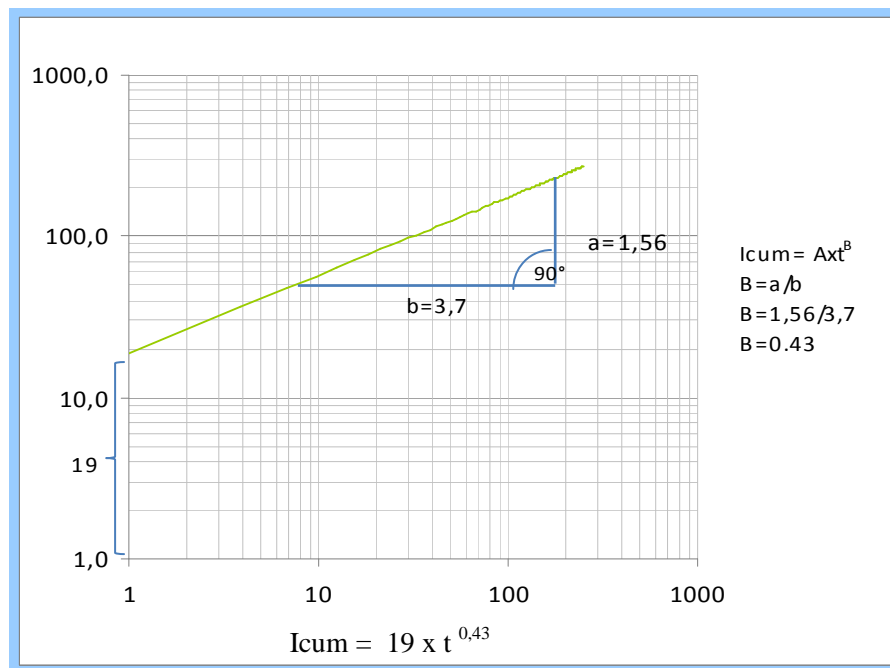


Fig 6. Curva de lámina acumulada, I_{cum} . – Sitio N°3. (Método gráfico).

Cuadro 34. Cálculo de la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) – Sitio N° 3. (Método analítico).

Tiempo acumulado min.	Log Tcum (x)	Infiltración acumulada mm.	Log Icum (y)	x * y	x2
0	0	0	0	0	0
1	0,00	18	1,26	0	0
2	0,30	29	1,46	0,44	0,09
3	0,48	38	1,58	0,75	0,23
4	0,60	43	1,63	0,98	0,36
5	0,70	51	1,71	1,19	0,49
10	1,00	56	1,75	1,75	1,00
15	1,18	60	1,78	2,09	1,38
20	1,30	66	1,82	2,37	1,69
25	1,40	71	1,85	2,59	1,95
30	1,48	77	1,89	2,79	2,18
40	1,60	95	1,98	3,17	2,57
50	1,70	116	2,06	3,51	2,89
60	1,78	132	2,12	3,77	3,16
75	1,88	148	2,17	4,07	3,52
90	1,95	165	2,22	4,33	3,82
105	2,02	180	2,26	4,56	4,09
120	2,08	199	2,30	4,78	4,32
140	2,15	218	2,34	5,02	4,61
160	2,20	234	2,37	5,22	4,86
180	2,26	251	2,40	5,41	5,09
200	2,30	269	2,43	5,59	5,29
225	2,35	285	2,45	5,77	5,53
250	2,40	300	2,48	5,94	5,75
	35,10		46,30	76,10	64,87

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 35. Resultados de la Velocidad de Infiltración – Sitio N°3. (Método analítico).

Resultados	
N =	23
m =	0,482
b =	1,277
A =	18,937
B =	0,482
Lámina acumulada Icum =	$18,937 \times t^{0,482}$
a =	9,128
b =	-0,518
Velocidad de infiltración Iv = (mm/min)	$9,13 \times t^{-0,518}$
Velocidad de infiltración Iv = (mm/hora)	$547,684 \times t^{-0,518}$
Tiempo básico Tb =	318,78
Velocidad de infiltración básico Ib = (mm/hora)	28,024

Elaborado por: Los Autores.

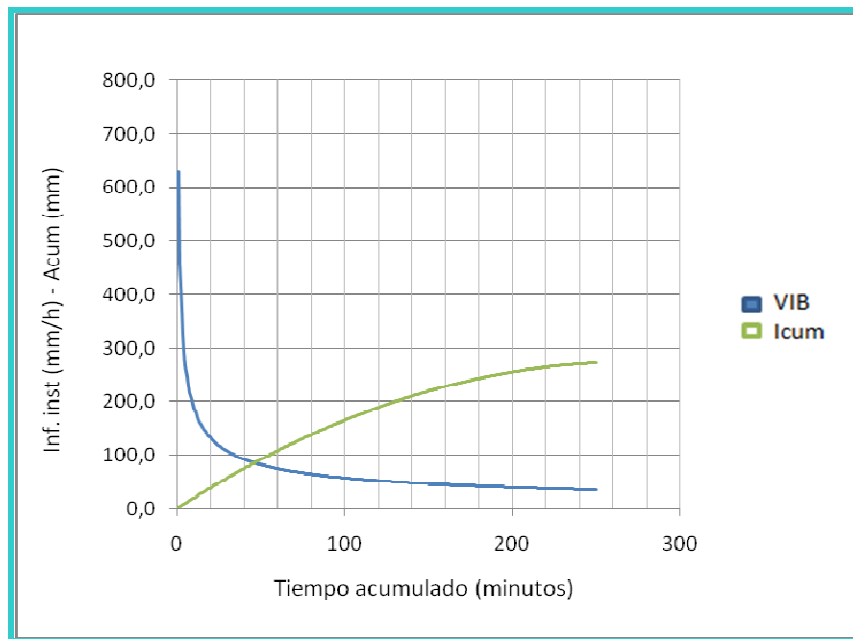


Fig 7. Curva de la infiltración básica (VIB) y acumulada (Icum) – Sitio N°3.

Según la figura 7. los datos obtenidos en el ensayo, se observa que la velocidad de infiltración es elevada en los primeros minutos, iniciándose en un valor de 660 mm/h, posteriormente disminuye a 30 mm/h para mantenerse en este rango a partir de los 100 minutos hasta el final de la prueba (250 min), valor que se evidencia también de acuerdo al resultado obtenido mediante el método analítico (28,02 mm/h), constituyéndose como la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) del suelo en estudio, después de haberse mantenido constante.

La curva de Infiltración Acumulada (Icum), se describe como la cantidad total de agua (300 milímetros) que ha ingresado al suelo durante 250 minutos que duró el ensayo. La Icum ayuda a definir el tiempo de riego, como podemos apreciar al minuto número 10 arrojó una lamina infiltrada con un valor de 56 mm.

2.3.5. Evaluación.

Uso de la tierra	L (tierra cultivada y no regada)
Productividad y desarrollo del suelo	Clase 2 de productividad (medio) Clase 2 de costos de desarrollo de la tierra (medio)
Requerimiento de agua de las parcelas	A (bajo)

Drenabilidad

X (buena)

2.3.6. Evaluaciones complementarias.**2.3.6.1. Suelos.**

Fertilidad

y1 (baja) (ver anexos

N°2 y N°3)

2.3.7. Determinación de clase y subclase de suelo.

1	
L22AX	y1

2.3.8. Interpretación.

Suelo perteneciente a la CLASE I, de acuerdo a la clasificación de suelos según su aptitud para riego. Presenta buenas condiciones de suelo y topografía, favorables para el desarrollo de cualquier cultivo. En la actualidad se encuentra un cultivo de yuca carente de un sistema de riego. El análisis de suelos determinó niveles bajos de contenido de minerales, lo que no representa un problema para el cultivo ya que soporta terrenos poco fértiles lo que lo ubica como un suelo de capacidad productiva media, así mismo ocurre con las labores de preparación y desarrollo del suelo.

Según los resultados obtenidos los valores de pH de este suelo varían entre 5,7-6,2 considerado un rango óptimo o adecuado para el desarrollo de cultivos. En cuanto al contenido de materia orgánica, este suelo presenta contenidos de medianos (3,4%) a altos (10,5%). El requerimiento de agua por parte del cultivo es bajo, ya que la yuca es un cultivo que tolerante a la sequía, requiere relativamente poca lluvia o irrigación. Este suelo presenta buena permeabilidad, por lo que no es necesario prácticas de drenaje.

2.3.9. Recomendaciones.

Se considera que el cultivo de yuca esteriliza el suelo ya que extrae todos sus nutrientes, disminuyendo el rendimiento de cultivos posteriores. Por lo que se recomienda realizar rotación de cultivos, la implementación de un plan de fertilización de acuerdo al contenido del suelo, requerimientos del cultivo y factores climáticos.

2.4. Información acerca del Sitio N° 4.

2.4.1. Suelo.

Textura	Fo (0 - 5cm); FoAo (6 - 120cm)
Profundidad	>120cm
pH	5,9 - 6,29
Salinidad	No existe presencia de sales (NS)

2.4.2. Topografía.

Pendiente	16%
Superficie	Moderada, precisa nivelaciones
Cobertura	Insuficiente, implica bajos costos de limpieza

2.4.3. Drenaje.

Suelo y topografía. No requiere prácticas de drenaje

2.4.4. Velocidad de infiltración.

A continuación se presenta los cálculos de la Velocidad de Infiltración de acuerdo al método gráfico y analítico, con sus respectivas curvas. Los cálculos de la prueba de velocidad de infiltración realizada en campo se encuentran en el ANEXO 21.

Cuadro 36. Cálculos de Velocidad de Infiltración (Iv) – Sitio N° 4. (Método gráfico).

Tiempo min.	Tiempo acum. min.	Infiltración mm.	Inf. Acum. mm.	Veloc. Inf. mm/hora
0	0	0,0	0,0	0,0
1	1	11,0	11,0	660,0
1	2	7,0	18,0	420,0
1	3	2,0	20,0	120,0
1	4	3,0	23,0	180,0
1	5	2,0	25,0	120,0
5	10	10,0	35,0	120,0
5	15	12,0	47,0	144,0
5	20	6,0	53,0	72,0
5	25	8,0	61,0	96,0
5	30	7,0	68,0	84,0
10	40	23,0	91,0	138,0
10	50	19,0	110,0	114,0
10	60	16,0	126,0	96,0
15	75	19,0	145,0	76,0
15	90	21,0	166,0	84,0
15	105	31,0	197,0	124,0
15	120	16,0	213,0	64,0
20	140	32,0	245,0	96,0
20	160	34,0	279,0	102,0
20	180	15,0	294,0	45,0
20	200	32,0	326,0	96,0
25	225	27,0	353,0	64,8
25	250	32,0	385,0	76,8

Elaborado por: Los Autores.

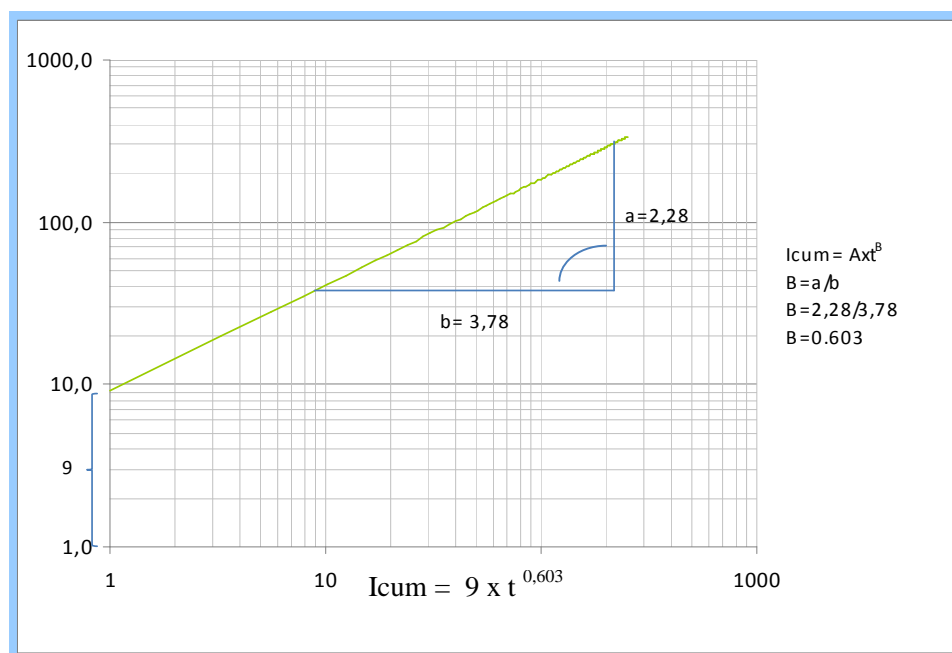


Fig 8. Curva de lámina acumulada, Icum. – Sitio N°4. (Método gráfico)

Cuadro 37. Cálculo de la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) – Sitio N° 4. (Método analítico)

Tiempo acumulado min.	Log Tcum (x)	Infiltración acumulada mm.	Log Icum (y)	x * y	x ²
0	0	0	0	0	0
1	0,00	11	1,04	0	0
2	0,30	18	1,26	0,38	0,09
3	0,48	20	1,30	0,62	0,23
4	0,60	23	1,36	0,82	0,36
5	0,70	25	1,40	0,98	0,49
10	1,00	35	1,54	1,54	1,00
15	1,18	47	1,67	1,97	1,38
20	1,30	53	1,72	2,24	1,69
25	1,40	61	1,79	2,50	1,95
30	1,48	68	1,83	2,71	2,18

Continúa.....

40	1,60	91	1,96	3,14	2,57
50	1,70	110	2,04	3,47	2,89
60	1,78	126	2,10	3,73	3,16
75	1,88	145	2,16	4,05	3,52
90	1,95	166	2,22	4,34	3,82
105	2,02	197	2,29	4,64	4,09
120	2,08	213	2,33	4,84	4,32
140	2,15	245	2,39	5,13	4,61
160	2,20	279	2,45	5,39	4,86
180	2,26	294	2,47	5,57	5,09
200	2,30	326	2,51	5,78	5,29
225	2,35	353	2,55	5,99	5,53
250	2,40	385	2,59	6,20	5,75
	35,10		44,97	76,02	64,87

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 38. Resultados de la Velocidad de Infiltración – Sitio N°4. (Método analítico).

Resultados	
N =	23
m =	0,654
b =	0,957
A =	9,052
B =	0,654
Lámina acumulada $I_{cum} =$	$9,052 \times t^{0,654}$
a =	5,922
b =	-0,346
Velocidad de infiltración $I_v =$ (mm/min)	$5,922 \times t^{-0,346}$
Velocidad de infiltración $I_v =$ (mm/hora)	$355,375 \times t^{-0,346}$
Tiempo básico $T_b =$	207,39
Velocidad de infiltración básico $I_b =$ (mm/hora)	56,220

Elaborado por: Los Autores.

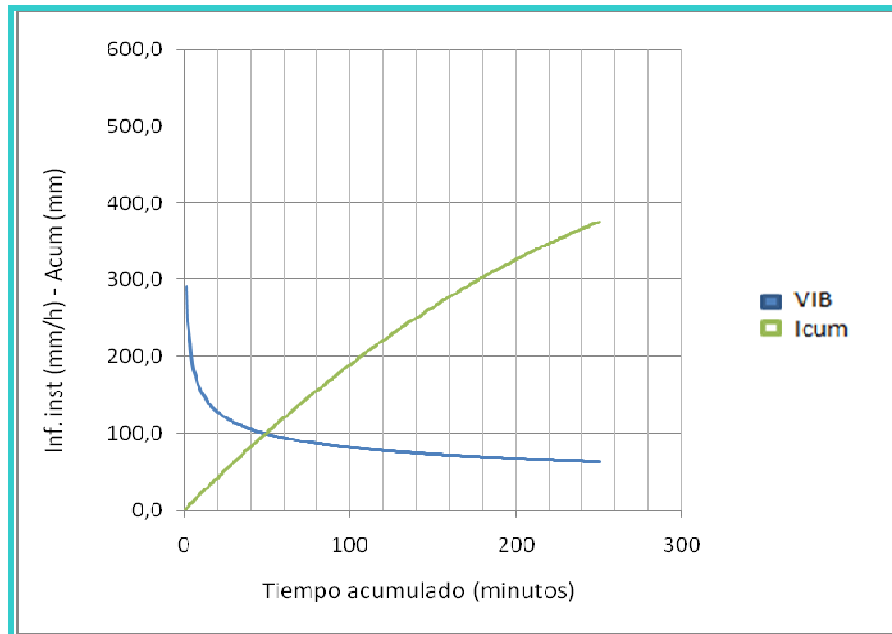


Fig 9. Curva de la infiltración básica (VIB) y acumulada (Icum) – Sitio N°4.

El gráfico generado de acuerdo a los datos obtenidos en el campo indican que la velocidad de infiltración en este sitio de la finca Ernesto Molestina es uno de los más elevados, determinando los siguientes resultados: En los primeros minutos arroja un valor de 300 mm/h, posteriormente disminuye hasta ser casi constante a partir de los 120 minutos de iniciado el ensayo, llegando a una velocidad de 56,21 mm/h que viene a ser la velocidad de infiltración básica (VIB), valor obtenidos mediante el método analítico

La curva de Infiltración Acumulada (Icum), representa la cantidad total de agua que ha ingresado al suelo, que es de 385 milímetros en un tiempo de 250 minutos que duró la prueba. De este modo, se sabe que a los 10 minutos de estar regando el suelo, se habrán infiltrado 35 mm, datos que permiten conocer la lámina de riego a implementar.

2.4.5. Evaluación.

Uso de la tierra	L (tierra cultivada y no regada)
Productividad y desarrollo del suelo	Clase 2 de productividad (medio) Clase 2 de costos de desarrollo de la tierra (medio)
Requerimiento de agua de las parcelas	A (bajo)
Drenabilidad	X (buena)

2.4.6. Evaluaciones complementarias.

2.4.6.1. Suelos.

Fertilidad	y1 (baja); Anexo 7 y 8.
Pendiente	g2 (media)

2.4.7. Determinación de clase y subclase de suelo.

3t	y ₁ g ₂
L23AX	

2.4.8. Interpretación.

Suelo perteneciente a la CLASE III, Subclase t, de acuerdo a la clasificación de suelos según su aptitud para riego. Presenta buenas condiciones de suelo pero deficientes en topografía, ya que presenta una pendiente muy pronunciada. En la actualidad se encuentra un cultivado palmito carente de riego. El análisis de suelos determinó niveles bajos de contenido de minerales, lo que si representa un problema para el cultivo. Según los resultados obtenidos los valores de pH de este suelo varían entre 5,9-6,29 considerado un rango óptimo o adecuado para el desarrollo del palmito. En cuanto al contenido de materia orgánica, este suelo presenta contenidos de medios (2,5-6,3).

El requerimiento de agua por parte del cultivo es medio, ya que el palmito es un cultivo que no tolera una sequía extrema, influye directamente en la producción. Este suelo presenta buena permeabilidad, por lo que no es necesario prácticas de drenaje.

2.4.9. Recomendaciones.

El palmito requiere, para crecimiento y producción, de abundante cantidad de nutrientes que con frecuencia no pueden ser suministrados totalmente por el suelo. Los nutrientes absorbidos por el cultivo deben ser reemplazados para mantener el nivel de fertilidad del suelo y la continua producción de altos

rendimientos. Una manera eficiente de conseguir este propósito es mediante el uso racional de fertilizantes y enmiendas.

Al existir topografía accidentada, para el establecimiento de cualquier cultivo se recomienda su siembra en curvas de nivel con una mínima pendiente (de 1 a 2%) para dotar de posibilidades de drenaje al terreno, sin que exista arrastre del suelo.

De acuerdo a los análisis realizados se determinó que este suelo presenta problemas de acidificación ya que tiene un pH por debajo de 6, por tal razón se recomienda la corrección de la acidez, para este efecto se deberá realizar la aplicación de carbonatos y óxidos de Calcio y Magnesio. Mediante la incorporación de estas enmiendas se logrará la neutralización del pH del suelo y una mejor estructura física.

2.5. Información acerca del Sitio N° 5.

2.5.1. Suelo.

Textura	Orgánico (0 - 10cm); FoAo (11 - 120cm)
Profundidad	>120cm
pH	6,49 - 6,85
Salinidad	No existe presencia de sales (NS)

2.5.2. Topografía.

Pendiente	12%
Superficie	Uniforme, no precisa nivelaciones
Cobertura	Requiere limpieza, costo moderado

2.5.3. Drenaje.

Suelo y topografía No requiere prácticas de drenaje

2.5.4. Velocidad de infiltración.

A continuación se presenta los cálculos de la Velocidad de Infiltración de acuerdo al método gráfico y método analítico, con sus respectivas curvas. Los cálculos de la prueba de velocidad de infiltración realizada en campo se encuentran en el ANEXO 22.

Cuadro 39. Cálculos de la Velocidad de Infiltración (Iv) – Sitio N° 5. (Método gráfico)

Tiempo	Tiempo acum.	Infiltración	Inf. Acum.	Veloc. Inf.
min.	min.	mm.	mm.	mm/hora
0	0	0,0	0,0	0,0
1	1	10,0	10,0	600,0
1	2	6,0	16,0	360,0
1	3	3,0	19,0	180,0
1	4	2,0	21,0	120,0
1	5	3,0	24,0	180,0
5	10	11,0	35,0	132,0
5	15	12,0	47,0	144,0
5	20	11,0	58,0	132,0
5	25	12,0	70,0	144,0
5	30	10,0	80,0	120,0
10	40	19,0	99,0	114,0
10	50	24,0	123,0	144,0
10	60	25,0	148,0	150,0
15	75	21,0	169,0	84,0
15	90	39,0	208,0	156,0
15	105	35,0	243,0	140,0
15	120	28,0	271,0	112,0
20	140	34,0	305,0	102,0
20	160	42,0	347,0	126,0
20	180	36,0	383,0	108,0
20	200	32,0	415,0	96,0
25	225	19,0	434,0	45,6
25	250	43,0	477,0	103,2

Elaborado por: Los Autores.

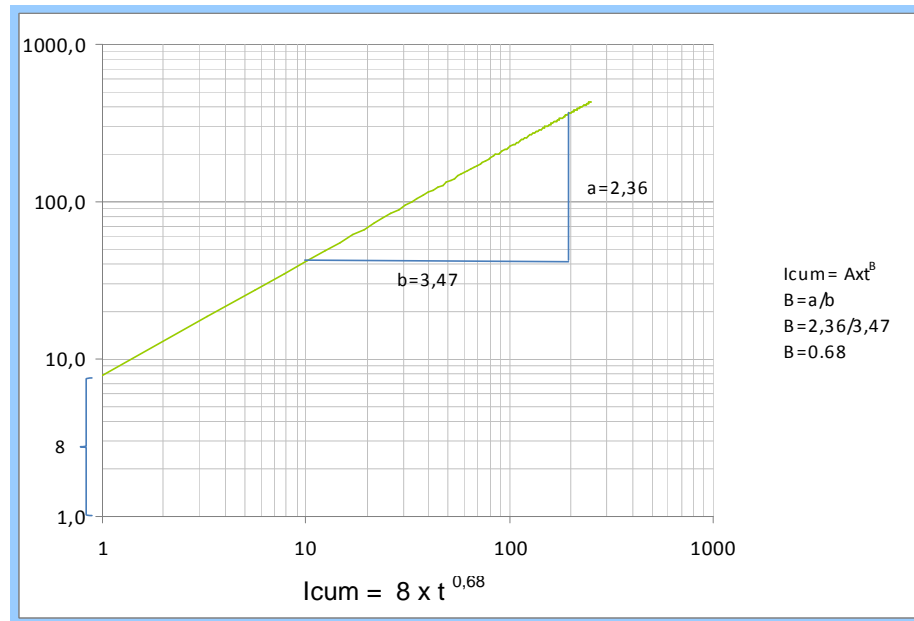


Fig 10. Curva de la lámina acumulada. Icum – Sitio N°5. (Método gráfico).

Cuadro 40. Cálculo de la Velocidad de Infiltración Básica (VIB) – Sitio N° 5. (Método analítico).

Tiempo acumulado min.	Log Tcum (x)	Infiltración acumulada mm.	Log Icum (y)	x * y	x2
0	0	0	0	0	0
1	0,00	10	1,00	0	0
2	0,30	16	1,20	0,36	0,09
3	0,48	19	1,28	0,61	0,23
4	0,60	21	1,32	0,80	0,36
5	0,70	24	1,38	0,96	0,49
10	1,00	35	1,54	1,54	1,00
15	1,18	47	1,67	1,97	1,38
20	1,30	58	1,76	2,29	1,69
25	1,40	70	1,85	2,58	1,95
30	1,48	80	1,90	2,81	2,18

40	1,60	99	2,00	3,20	2,57
50	1,70	123	2,09	3,55	2,89
60	1,78	148	2,17	3,86	3,16
75	1,88	169	2,23	4,18	3,52
90	1,95	208	2,32	4,53	3,82
105	2,02	243	2,39	4,82	4,09
120	2,08	271	2,43	5,06	4,32
140	2,15	305	2,48	5,33	4,61
160	2,20	347	2,54	5,60	4,86
180	2,26	383	2,58	5,83	5,09
200	2,30	415	2,62	6,02	5,29
225	2,35	434	2,64	6,20	5,53
250	2,40	477	2,68	6,42	5,75
	35,10		46,08	78,53	64,87

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 41. Resultados de la Velocidad de Infiltración – Sitio N°5. (Método analítico).

Resultados	
N =	23
m =	0,727
b =	0,894
A =	7,835
B =	0,727
Lámina acumulada $I_{cum} =$	$7,835 \times t^{0,727}$
a =	5,695
b =	-0,273
Velocidad de infiltración $I_v =$ (mm/min)	$5,695 \times t^{-0,273}$
Velocidad de infiltración $I_v =$ (mm/hora)	$341,710 \times t^{-0,273}$
Tiempo básico $T_b =$	163,843
Velocidad de infiltración básico $I_b =$ (mm/hora)	84,911

Elaborado por: Los Autores.

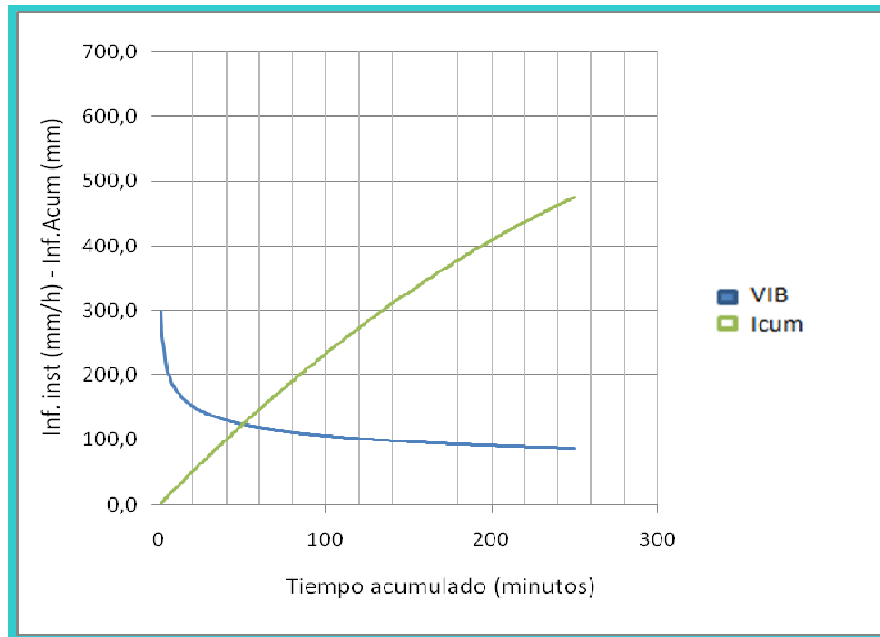


Fig 11. Curva de la infiltración básica (VIB) y acumulada (Icum) – Sitio N°5.

Las líneas de tendencia de los datos de campo indican que la velocidad de infiltración es alta reportando al inicio de la prueba, una velocidad de 600 mm/h, en los siguientes minutos se obtiene un valor de 300 mm/h, para luego disminuir hasta llegar a ser casi constante a partir de los 90 minutos de la prueba, obteniendo una velocidad promedio de 90 mm/h, en conclusión se puede mencionar que la velocidad de infiltración a los primeros minutos es elevada ya que el suelo se encuentra en un estado insaturado para luego decrecer hasta llegar a valores constantes, conociéndose a este estado como velocidad de infiltración básica (VIB). Mediante el método analítico la VIB obtuvo un valor de 84,91 mm/h (ver cuadro 41). La velocidad de infiltración de un lugar a otro depende de las propiedades físicas del suelo en estudio como son: la textura, estructura, pendiente y contenido de materia orgánica. El valor de 84,91 mm/h correspondiente a la VIB es muy elevado; las propiedades físicas de este suelo (Sitio N°5) se despliega en el

Cuadro 25a, y son: textura franco arenosa sumada a una alta MO 14,05 %, en terrenos con pendiente del 13 %, por lo cual justifica el valor antes mencionado.

La curva de Infiltración Acumulada (Icum), se interpreta como la cantidad de lámina de agua que se ha infiltrado en el perfil del suelo. En el sitio N° 5 se obtuvo una Icum de 477 mm en un tiempo de 250 minutos (04H15 min) que coincide con el término de la prueba de infiltración; además la curva de la Icum permite determinar la dosis de la lámina de riego, por citar un ejemplo, a los 10 minutos de la prueba tenemos una lámina infiltrada de 35 mm.

2.5.5. Evaluación.

Uso de la tierra	B (tierra cultivada y no regada)
Productividad y desarrollo del suelo	Clase 2 de productividad (medio) Clase 2 de costos de desarrollo de la tierra (medio)
Requerimiento de agua de las parcelas	A (bajo)
Drenabilidad	X (buena)

2.5.6. Evaluaciones complementarias.

2.5.6.1. Suelos

Fertilidad	y1 (baja) Anexo 7 y 9.
Pendiente	g2 (media)

2.5.7. Determinación de clase y subclase de suelo.

3t	y1g2
L22AX	

2.5.8. Interpretación.

Suelo perteneciente a la CLASE III, Subclase t, de acuerdo a la clasificación de suelos según su aptitud para riego. Presenta buenas condiciones de suelo pero deficientes en topografía, ya que presenta una pendiente muy pronunciada. En la actualidad se encuentra en descanso. El análisis de suelos determinó un nivel alto de materia orgánica y niveles bajos de contenido de minerales, lo que si representa un problema para el cultivo. Según los resultados obtenidos los valores de pH de este suelo varían entre 6,49-6,85 razón por la cual no es necesario aplicar tratamiento alguno para regular el pH ya que se encuentra en un rango óptimo o adecuado para el desarrollo de los cultivos.

Este suelo presenta buena permeabilidad, por lo que no es necesario prácticas de drenaje.

2.5.9. Recomendaciones.

Esta zona presenta un suelo pobre en nutrientes ya que no contiene las cantidades adecuadas de los elementos minerales necesarios para una óptima producción agrícola, esta deficiencia puede ser corregida mediante la aplicación de abonos orgánicos o bien mediante la aplicación de fertilizantes químicos. Supliendo así necesidades de macro y micronutrientes de acuerdo a la disponibilidad del suelo y los requerimientos del cultivo.

Al existir topografía accidentada, para el establecimiento de cualquier cultivo se hace necesario realizar siembras siguiendo las curvas de nivel, dejando una mínima pendiente (de 1 a 2%) para dotar de posibilidades de drenaje al terreno, sin que exista arrastre del suelo.

3. Calidad del agua de la finca “Ernesto Molestina” con fines de riego.

La base legal para la protección de la calidad de las aguas en el Ecuador se fundamenta en el Art. 22 de la actual ley de aguas, que establece: “Prohíbese la contaminación de las aguas que afecten a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna”.

De acuerdo al artículo 12 del reglamento a la ley de control y prevención de contaminación ambiental (RPCCA,1927), se define como uso agrícola del agua, su empleo para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias que establezcan los organismos competentes que se resumen en el artículo 20 de la referida ley de aguas (VER ANEXO 23.)

En base a ello para poder dirigir de mejor manera la labor de riego en la Finca Ernesto Molestina, se ha tomado a bien realizar análisis de agua donde se desprenden los siguientes resultados; los cuales corresponden al Río Salgana (estero 1) y a un riachuelo S/N (estero 2) que cursa por la finca: (Ver mapa base de la finca, anexoado en la portada de la tesis)

Cuadro 42. Parámetros referentes a la calidad de agua de los esteros que cruzan por la finca Ernesto Molestina.

Cuadro 42a. Parámetros físicos químicos.

Identificación del Lote	dS/m CE	mg/l TSD	mg/l											pH	(meq/l) ^{1/2} RAS	mg/l Dureza
			Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Fe	B			
Estero Salgana	0,1	200	8,0	3,1	6,2	3,1	0,0	12,2	14,0	19,2	0,0	0,41	0,03	7,2	0,47	32,0
Estero S/N	0,1	200	9,0	5,6	11,5	3,5	0,0	9,8	35,0	16,3	0,0	0,89	0,04	7,0	0,74	45,0

Elaborado por: Los Autores

Cuadro 42b. Parámetros microbiológicos.

Identificación del lote	(colonias/ml)		
	Enterobacterias totales	Streptococcus fecales	Mohos y levaduras
Estero Salgana	35 +/- 1°C (48 - 72 horas)	35 +/- 1°C (24 - 48 horas)	36 +/- 1°C (24 - 48 horas)
	150 resultados	9 resultados	10 resultados
Estero S/N	35 +/- 1°C (48 - 72 horas)	35 +/- 1°C (24 - 48 horas)	36 +/- 1°C (24 - 48 horas)
	200 resultados	21 resultados	19 resultados

Elaborado por: Los Autores

Del cuadro anterior se desprende que los valores de CE (dS/m)¹ no revisten ningún riesgo como aguas con fines de riego, ya que su valor es de 0,1 dS/m, muy por debajo del recomendado que corresponde a 0,7 ds/m, esto se aplica para los dos esteros en estudio.

En cuanto a los sólidos totales disueltos (TSD) los análisis de agua reportan un valor de 200 mg/l respectivamente para los dos esteros, valor que se encuentra por debajo del rango de restricción que corresponde a 400 mg/l.

El pH en el agua del estero 1 (Río Salgana) reporta un pH de 7,2 y en el estero 2 un pH de 7,0, estos valores pueden causar ciertas restricciones de uso conforme se indica en el análisis de aguas, debido básicamente a que si se emplearan con fines de fertiriego su uso limitaría la absorción de los principales nutrientes.

La relación de absorción de sodio (RAS) para el estero 1 determinó un valor de 0,47 meq/l y para el estero 2 un valor de 0,74 meq/l, que se conciben como valores normales sin restricciones en el uso. Cabe mencionar que estos valores deben contrastarse con la CE ya que valores mínimos en la conductividad pueden generar un aumento relativo del sodio, restringiendo su uso como agua para riego.

La dureza determinó un valor de 32 y 45 mg/l para el estero 1 y estero 2 respectivamente, ambos se pueden caracterizar como dureza blanda siendo adecuados, no constituyendo peligro para los cultivos ni para el sistema de riego.

¹ 1dS/m=1mmho/cm

En cuanto a los cationes y aniones se encuentran balanceados en cantidades normales y se concluye que estos no presentan restricciones en su uso como aguas con fines de riego.

El reporte del análisis microbiológico de las aguas con fines de riego refiere resultados que no representan riesgo para los cultivos ni para uso pecuario, notándose una clara ausencia de enterobacterias, estreptococcus, mohos y levaduras.

4. Mapas de suelos.

4.1. Generalidades.

Un mapa de suelo muestra la distribución de los tipos de suelo u otras unidades de mapeamiento en relación a otras características sobresalientes ya sean físicas o de cultivo de la superficie de la tierra. Las unidades pueden ser mostradas separadamente o como asociaciones de suelo y definidas en términos de unidades taxonómicas. Esta definición está propuesta para excluir mapas que muestran características aisladas como textura, pendiente, profundidad, color o combinaciones arbitrarias de uno o más de ellas; mapas que muestran calidad del suelo como fertilidad o erodabilidad; o mapas que muestren factores genéticos individuales o combinaciones de ellos (Ministerio de Agricultura de Venezuela, 1965)

Nota: Se anexa en la portada de la tesis, mapas ploteados en hojas de papel bond, lámina A1 (84,1 cm largo * 59,4 cm de ancho); y son los siguientes: Mapa base, mapa de calicatas, mapa de pendientes, mapa agrológico según su capacidad de uso y mapa según su aptitud para el riego.

B. BALANCE HÍDRICO.

1. Climatología de la estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Para el referido estudio, se han tomado en cuenta los siguientes datos meteorológicos; temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), velocidad del viento (Km/d), humedad relativa (%), y horas luz (h). Los datos climáticos corresponden a la estación Puerto Ila ubicada en el Km 32 vía Santo Domingo – Quevedo. Estos datos se obtuvieron durante 26 años y se ubican en los ANEXOS del 24 al 30.

Cuadro 43. Resumen mensual de los datos climáticos de la estación Puerto Ila, período (1964 – 2005)

Latitud: 0°23'34" S Longitud: 79°20'20" W Altura: 260 msnm
 Tipo: CO Provincia: 17

Año	Temp. max (°C)	Temp. min (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (total)	Vel. Viento (Km/d)	Heliofanía (horas/día)	Evaporación (mm)
Enero	32,32	19,51	89	454,9	153,1	2,0	63
Febrero	32,34	19,87	88	489,9	153,7	2,2	58
Marzo	32,92	19,88	88	539,6	148,3	2,7	70
Abril	32,67	20,18	89	555,7	146,5	2,8	63
Mayo	32,11	19,97	89	272,6	133,8	2,1	58
Junio	31,24	19,06	90	123,2	128,8	1,4	49
Julio	30,70	17,90	90	54,2	121,3	1,6	52
Agosto	31,50	17,70	89	37,5	114,7	2,0	58
Septiembre	32,37	18,27	88	84,0	128,2	1,7	58
Octubre	31,46	18,26	89	77,3	137,4	1,4	56
Noviembre	32,32	18,08	88	87,1	142,4	1,3	55
Diciembre	32,36	18,85	88	181,3	137,5	1,5	60

Elaborado por: Los Autores

2. Humedad del suelo.

Cuadro 44. Calibración de tensiómetro a 30 cm. - ESTACIÓN N°1.

Valores de la humedad del suelo de acuerdo a la lectura del tensiómetro a 30cm.							
Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)
2	51,27	16	43,41	28	41,51	40	40,34
4	48,50	18	43,00	30	41,28	42	40,18
6	46,95	20	42,64	32	41,07	44	40,04
8	45,89	22	42,32	34	40,87	46	39,89
10	45,07	24	42,02	36	40,68	48	39,76
12	44,42	26	41,76	38	40,51	50	39,63
14	43,88						

Elaborado por: Los Autores.

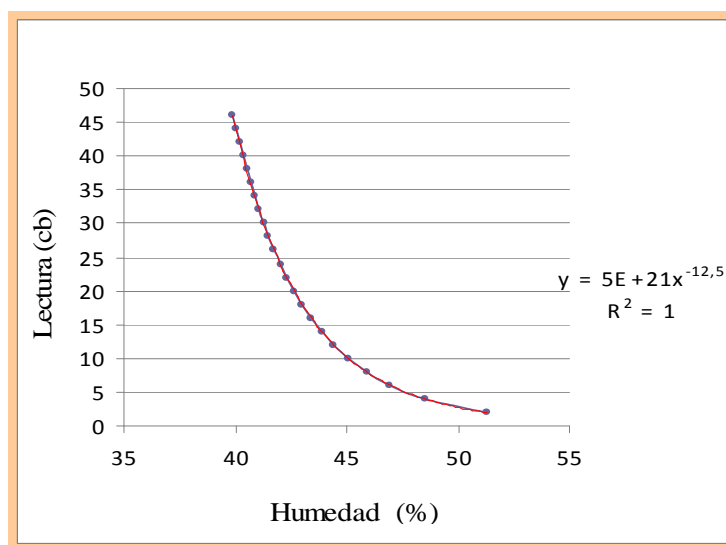


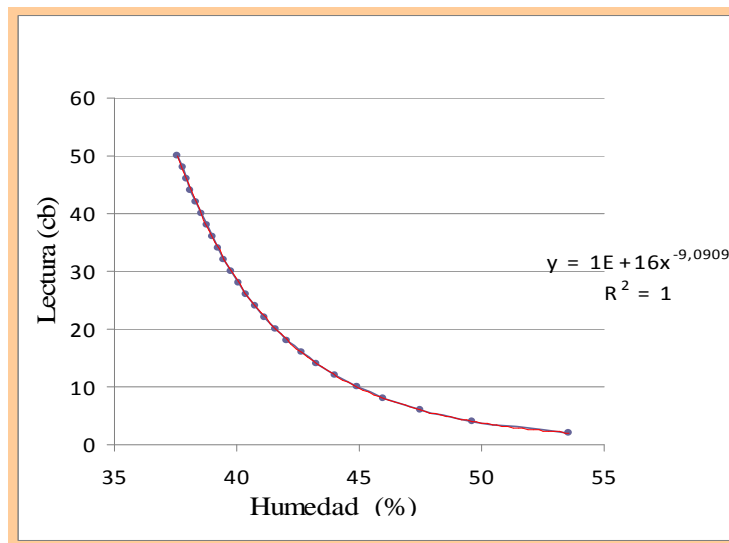
Fig 12. Curva de la calibración del tensiómetro a 30 cm – ESTACIÓN N°1.

Durante el transcurso del ensayo, podemos deducir que el porcentaje de humedad disminuyó de 51,27 % a 39,63 %, teniendo una diferencia de 11,64 % de humedad del suelo.

Cuadro 45. Calibración de tensiómetros a 45 cm – ESTACIÓN N°1.

Valores de la humedad del suelo de acuerdo a la lectura del tensiómetro a 45cm.							
Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)
2	53,58	16	42,63	28	40,08	40	38,54
4	49,65	18	42,08	30	39,78	42	38,34
6	47,49	20	41,59	32	39,50	44	38,14
8	46,01	22	41,16	34	39,24	46	37,95
10	44,89	24	40,77	36	38,99	48	37,78
12	44,00	26	40,41	38	38,76	50	37,61
14	43,26						

Elaborado por: Los Autores.

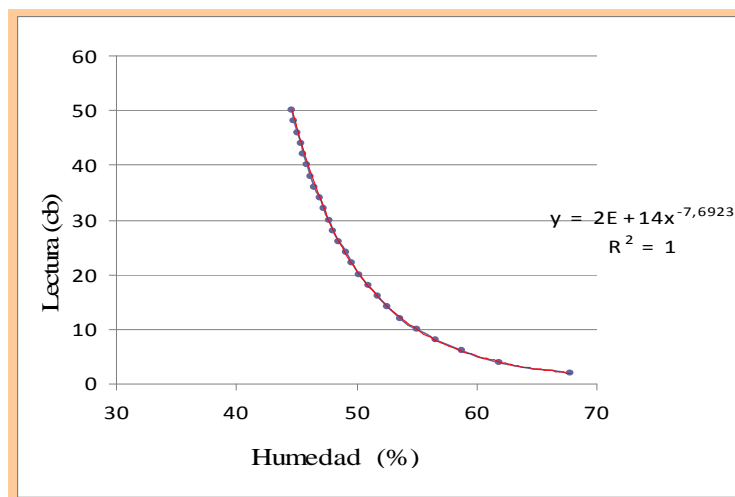
**Fig 13.** Curva de calibración del tensiómetro 45cm – ESTACIÓN N°1.

A los 45 cm, notamos que el porcentaje de humedad al día uno de la calibración es de 53,58 % decreciendo a los 25 días a 37,61 %, habiendo una diferencia de humedad en el suelo de 15,97 %, esto se debe a la textura del suelo franco limosa y una porosidad de 66 %.

Cuadro 46. Calibración de tensiómetros a 30 cm – ESTACIÓN N°2.

Valores de la humedad del suelo de acuerdo a la lectura del tensiómetro a 30cm							
Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)
2	67,80	16	51,74	28	48,11	40	45,93
4	61,96	18	50,95	30	47,68	42	45,64
6	58,77	20	50,26	32	47,28	44	45,36
8	56,62	22	49,64	34	46,91	46	45,10
10	55,00	24	49,08	36	46,56	48	44,85
12	53,71	26	48,57	38	46,24	50	44,61
14	52,64						

Elaborado por: Los Autores.

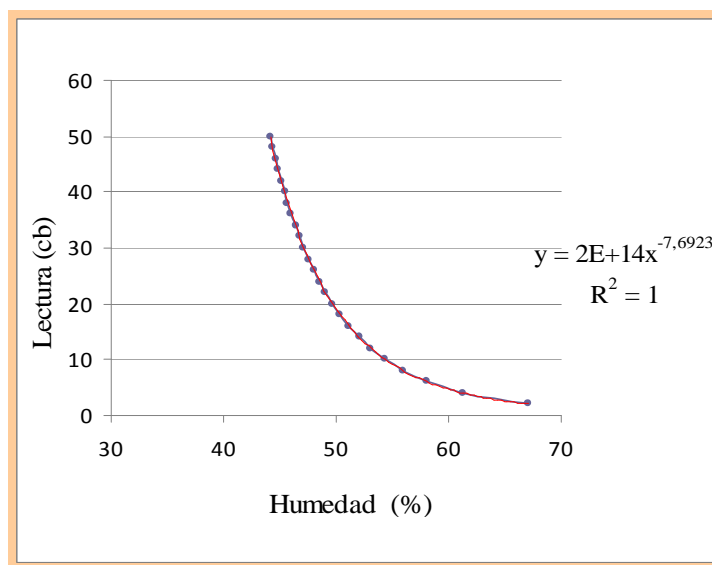
**Fig 14.** Curva de calibración del tensiómetro 30 cm.- ESTACIÓN N° 2.

A diferencia de la Estación N°1, este suelo presenta propiedades físicas diferentes, como: textura franco arenosa, MO 14,05 % y una porosidad de 69 %, valores mayores, los cuales justifican el porcentaje de infiltración en este suelo a 23,19 %.

Cuadro 47. Calibración de tensiómetros a 45 cm – ESTACIÓN N°2.

Valores de la humedad del suelo de acuerdo a la lectura del tensiómetro a 45cm							
Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)	Lectura (cb)	Humedad (%)
2	67,05	16	51,17	28	47,58	40	45,42
4	61,27	18	50,39	30	47,15	42	45,13
6	58,12	20	49,70	32	46,76	44	44,86
8	55,99	22	49,09	34	46,39	46	44,60
10	54,39	24	48,54	36	46,05	48	44,36
12	53,12	26	48,04	38	45,72	50	44,12
14	52,06						

Elaborado por: Los Autores.

**Fig 15.** Curva de calibración del tensiómetro a 45cm. – ESTACIÓN N°2.

A una profundidad de 45 cm, observamos en la fig 15, como el porcentaje de humedad a lo largo del ensayo fue disminuyendo hasta alcanzar un valor de 44,12 % de 67,05 %, por lo contrario la presión medida en cb fue aumentando.

Cuadro 48. Humedad del suelo en la ESTACION N°1 de acuerdo a lecturas de los tensiómetros a 30 cm. y 45 cm. de profundidad.

Fecha		cm		cm		Humedad Promedio cm3/cm3	Precip. mm	Eto.	Humedad actual del suelo 0-45cm mm	Humedad acumulada periodo mm	Excedente mm
		Ψ m	Θ	Ψ m	Θ						
		cb	cm3/cm3	cb	cm3/cm3						
Dic	1	20,0	0,4	20,0	0,4	0,4	2,0	3,0	189,5	189,5	
Dic	2	21,0	0,4	21,0	0,4	0,4	2,0	3,1	188,7	188,5	
Dic	3	21,0	0,4	21,0	0,4	0,4	1,4	3,0	188,7	187,4	
Dic	4	21,0	0,4	20,0	0,4	0,4	0,0	3,0	189,2	185,8	
Dic	5	22,0	0,4	20,0	0,4	0,4	0,4	3,0	188,8	182,8	
Dic	6	24,0	0,4	22,0	0,4	0,4	0,5	3,0	187,2	180,2	
Dic	7	25,0	0,4	24,0	0,4	0,4	0,0	3,0	186,0	177,6	
Dic	8	25,0	0,4	24,0	0,4	0,4	0,0	3,0	186,0	174,6	
Dic	9	26,0	0,4	25,0	0,4	0,4	0,0	3,0	185,3	171,6	
Dic	10	26,0	0,4	25,0	0,4	0,4	0,9	3,0	185,3	168,5	
Dic	11	27,0	0,4	28,0	0,4	0,4	0,7	3,1	183,9	166,4	
Dic	12	32,0	0,4	29,0	0,4	0,4	3,8	3,1	182,2	164,0	
Dic	13	30,0	0,4	29,0	0,4	0,4	0,8	3,0	182,7	164,8	
Dic	14	28,0	0,4	27,0	0,4	0,4	12,6	3,0	183,9	162,6	
Dic	15	28,0	0,4	27,0	0,4	0,4	1,0	3,0	183,9	172,2	
Dic	16	27,0	0,4	26,0	0,4	0,4	1,6	3,0	184,6	170,2	
Dic	17	27,0	0,4	28,0	0,4	0,4	0,1	3,1	183,9	168,7	
Dic	18	19,0	0,4	19,0	0,4	0,4	9,7	3,0	190,5	165,7	
Dic	19	11,0	0,4	16,0	0,4	0,4	0,0	3,1	196,6	172,4	
Dic	20	12,0	0,4	14,0	0,4	0,4	8,2	3,0	197,3	169,3	
Dic	21	14,0	0,4	14,0	0,4	0,4	0,1	3,1	196,1	174,5	
Dic	22	15,0	0,4	15,0	0,4	0,4	24,2	3,1	194,8	171,4	
Dic	23	15,0	0,4	15,0	0,4	0,4	6,1	3,1	194,8	192,5	
Dic	24	16,0	0,4	16,0	0,4	0,4	0,0	3,0	193,6	195,5	
Dic	25	15,0	0,4	14,0	0,4	0,4	0,0	3,1	195,5	192,5	
Dic	26	16,0	0,4	14,0	0,4	0,4	7,6	3,0	195,0	189,5	
Dic	27	15,0	0,4	12,0	0,4	0,4	0,4	3,1	197,2	194,1	
Dic	28	13,0	0,4	10,0	0,4	0,4	8,9	3,1	200,3	191,4	
Dic	29	12,0	0,4	9,0	0,5	0,4	0,9	3,0	202,1	197,2	
Dic	30	11,0	0,4	8,0	0,5	0,5	1,0	3,0	204,2	195,1	
Dic	31	11,0	0,4	8,0	0,5	0,5	35,0	2,9	204,2	193,1	
Ene	1	10,0	0,5	7,0	0,5	0,5	10,9	3,0	206,5	225,2	
Ene	2	10,0	0,5	10,0	0,4	0,4	54,5	3,1	202,4	233,1	
Ene	3	9,0	0,5	10,0	0,4	0,5	14,1	3,0	203,3	284,5	
Ene	4	8,0	0,5	9,0	0,5	0,5	7,2	3,0	205,4	295,6	
Ene	5	8,0	0,5	9,0	0,5	0,5	18,7	3,0	205,4	299,7	
Ene	6	6,0	0,5	7,0	0,5	0,5	11,4	3,0	210,7	315,4	5,8
Ene	7	6,0	0,5	8,0	0,5	0,5	16,1	3,0	209,2	323,8	14,2
Ene	8	7,0	0,5	7,0	0,5	0,5	4,3	3,0	209,4	336,8	27,2
Ene	9	8,0	0,5	7,0	0,5	0,5	12,6	3,0	208,3	338,1	28,5
Ene	10	9,0	0,5	8,0	0,5	0,5	21,6	3,0	205,8	347,7	38,1
Ene	11	9,0	0,5	8,0	0,5	0,5	37,4	3,1	205,8	366,3	56,7
Ene	12	10,0	0,5	9,0	0,5	0,5	39,2	3,1	203,6	400,6	91,0
Ene	13	11,0	0,4	10,0	0,4	0,4	12,0	3,0	201,6	436,7	127,1
Ene	14	11,0	0,4	9,0	0,5	0,5	32,2	3,0	202,8	445,8	136,2
Ene	15	11,0	0,4	10,0	0,4	0,4	6,1	3,0	201,6	474,9	165,3
Ene	16	11,0	0,4	10,0	0,4	0,4	1,1	3,0	201,6	478,0	168,4
Ene	17	10,0	0,5	10,0	0,4	0,4	11,9	3,1	202,4	476,1	166,5
Ene	18	9,0	0,5	8,0	0,5	0,5	4,3	3,0	205,8	484,9	175,3
Ene	19	9,0	0,5	8,0	0,5	0,5	11,7	3,1	205,8	486,1	176,5
Ene	20	6,0	0,5	7,0	0,5	0,5	0,1	3,0	210,7	494,7	185,1
Ene	21	7,0	0,5	6,0	0,5	0,5	17,1	3,1	211,2	491,8	182,2
Ene	22	7,0	0,5	8,0	0,5	0,5	15,9	3,1	207,9	505,8	196,2
Ene	23	6,0	0,5	6,0	0,5	0,5	66,8	3,1	212,5	518,6	209,0
Ene	24	6,0	0,5	6,0	0,5	0,5	30,1	3,0	212,5	582,3	272,7
Ene	25	7,0	0,5	6,0	0,5	0,5	65,0	3,1	211,2	609,4	299,8
Ene	26	6,0	0,5	5,0	0,5	0,5	13,8	3,0	214,7	671,3	361,7
Ene	27	7,0	0,5	6,0	0,5	0,5	13,5	3,1	211,2	682,1	372,5
Ene	28	8,0	0,5	9,0	0,5	0,5	60,7	3,1	205,4	692,5	382,9
Ene	29	8,0	0,5	11,0	0,4	0,5	5,2	3,0	203,2	750,2	440,6
Ene	30	7,0	0,5	10,0	0,4	0,5	28,6	3,0	205,4	752,4	442,8
Ene	31	8,0	0,5	11,0	0,4	0,5	13,0	2,9	203,2	778,0	468,4
Feb	1	7,0	0,5	10,0	0,4	0,5	1,7	2,8	205,4	788,0	478,4
Feb	2	6,0	0,5	9,0	0,5	0,5	32,0	2,9	207,8	786,9	477,3
Feb	3	6,0	0,5	9,0	0,5	0,5	21,7	2,8	207,8	816,0	506,4
Feb	4	7,0	0,5	8,0	0,5	0,5	0,0	2,8	207,9	834,9	525,3
Feb	5	8,0	0,5	9,0	0,5	0,5	9,0	2,8	205,4	832,1	522,5
Feb	6	10,0	0,5	12,0	0,4	0,4	2,6	2,9	200,4	838,2	528,6
Feb	7	9,0	0,5	9,0	0,5	0,5	19,3	2,9	204,5	837,9	528,3
Feb	8	9,0	0,5	8,0	0,5	0,5	2,9	2,9	205,8	854,3	544,7
Feb	9	8,0	0,5	7,0	0,5	0,5	2,1	2,9	208,3	854,3	544,7
Feb	10	10,0	0,5	9,0	0,5	0,5	5,3	2,9	203,6	853,5	543,9
Feb	11	13,0	0,4	11,0	0,4	0,4	48,8	2,9	199,3	855,9	546,3

Elaborado por: Los Autores.

En el cuadro N° 48, se presenta el Balance Hídrico del suelo en la ESTACIÓN N°1. Se ha elaborado partiendo del promedio de las lecturas de los tensiómetros a profundidades de 30 y 45 cm a fin de obtener el estado de humedad actual del suelo durante el período del 1 de diciembre del 2007 al 11 de febrero del 2008.

En este cuadro intervienen los valores de precipitación y de evapotranspiración registrada y calculada para la Estación Meteorológica Puerto Ila (INAMHI) por la fórmula de Blaney y Criddle, para obtener la humedad acumulada y el excedente expresados en lámina de agua (mm).

Hasta el 5 de enero de 2008 el balance de humedad en el suelo permite mantener una reserva de humedad alrededor de la capacidad de campo (43,66 %) la cual no presenta ninguna dificultad para la absorción de humedad por los cultivos.

A partir del 5 de enero se inicia el período lluvioso con lo cual la reserva de agua en el perfil de 45 cm de profundidad supera la porosidad total calculada en base a la densidad aparente del suelo determinada en el presente ensayo. Se asume por lo tanto que el excedente calculado constituye agua de drenaje.

Cuadro 49. Humedad del suelo en la ESTACIÓN N°2 de acuerdo a lecturas de los tensiómetros a 30 y 45 cm. de profundidad.

Fecha	tensiómetro a 30 cm		tensiómetro a 45 cm		Humedad Promedio	Precip.	Eto.	Humedad actual del suelo 0-45cm	Humedad acumulada período	Excedente
	Ψ m	Θ	Ψ m	Θ						
	cb	cm3/cm3	cb	cm3/cm3						
Dic 1	28	0,48	41	0,45	0,47	2,0	3,03	210,1	210,11	
Dic 2	28	0,48	41	0,45	0,47	2,0	3,06	210,1	209,08	
Dic 3	29	0,48	40	0,45	0,47	1,4	3,01	209,9	208,02	
Dic 4	28	0,48	40	0,45	0,47	0,0	3,04	210,4	206,40	
Dic 5	30	0,48	41	0,45	0,46	0,4	3,02	209,1	203,36	
Dic 6	35	0,47	44	0,45	0,46	0,5	3,04	206,1	200,74	
Dic 7	38	0,46	47	0,44	0,45	0,0	3,02	204,1	198,19	
Dic 8	40	0,46	45	0,45	0,45	0,0	3,02	204,0	195,17	
Dic 9	40	0,46	46	0,45	0,45	0,0	3,04	203,7	192,15	
Dic 10	41	0,46	50	0,44	0,45	0,9	3,03	202,3	189,11	
Dic 11	48	0,45	57	0,43	0,44	0,7	3,06	198,5	186,98	
Dic 12	52	0,44	59	0,43	0,44	3,8	3,06	197,0	184,61	
Dic 13	42	0,46	55	0,44	0,45	0,8	2,96	200,7	185,35	
Dic 14	41	0,46	54	0,44	0,45	12,6	3,04	201,3	183,19	
Dic 15	38	0,46	52	0,44	0,45	1,0	2,99	202,8	192,75	
Dic 16	37	0,46	51	0,44	0,45	1,6	3,05	203,4	190,77	
Dic 17	37	0,46	49	0,44	0,45	0,1	3,11	203,9	189,32	
Dic 18	36	0,47	47	0,44	0,46	9,7	3,04	204,8	186,31	
Dic 19	34	0,47	44	0,45	0,46	0,0	3,09	206,5	192,96	
Dic 20	27	0,48	38	0,46	0,47	8,2	3,02	211,6	189,87	
Dic 21	25	0,49	34	0,46	0,48	0,1	3,14	214,2	195,04	
Dic 22	24	0,49	32	0,47	0,48	24,2	3,10	215,6	192,00	
Dic 23	22	0,50	28	0,48	0,49	6,1	3,08	218,7	213,10	
Dic 24	19	0,51	24	0,49	0,50	0,0	3,00	223,1	216,12	
Dic 25	16	0,52	20	0,50	0,51	0,0	3,06	228,2	213,12	
Dic 26	14	0,53	17	0,51	0,52	7,6	3,03	232,7	210,07	
Dic 27	14	0,53	17	0,51	0,52	0,4	3,08	232,7	214,63	
Dic 28	14	0,53	16	0,51	0,52	8,9	3,06	233,6	211,95	
Dic 29	13	0,53	15	0,52	0,52	0,9	2,99	235,7	217,79	
Dic 30	13	0,53	15	0,52	0,52	1,0	2,99	235,7	215,70	
Dic 31	12	0,54	16	0,51	0,52	35,0	2,94	236,0	213,71	
Ene 1	12	0,54	17	0,51	0,52	10,9	3,03	235,1	245,77	
Ene 2	12	0,54	19	0,50	0,52	54,5	3,06	233,4	253,63	
Ene 3	13	0,53	16	0,51	0,52	14,1	3,01	234,7	305,07	
Ene 4	12	0,54	14	0,52	0,53	7,2	3,04	238,0	316,16	6,56
Ene 5	11	0,54	14	0,52	0,53	18,7	3,02	239,4	320,31	10,71
Ene 6	9	0,56	11	0,54	0,55	11,4	3,04	246,3	335,99	26,39
Ene 7	8	0,57	9	0,55	0,56	16,1	3,02	251,5	344,35	34,75
Ene 8	8	0,57	9	0,55	0,56	4,3	3,02	251,5	357,42	47,82
Ene 9	9	0,56	10	0,54	0,55	12,6	3,04	247,8	358,71	49,11
Ene 10	9	0,56	9	0,55	0,55	21,6	3,03	249,5	368,26	58,66
Ene 11	9	0,56	10	0,54	0,55	37,4	3,06	247,8	386,83	77,23
Ene 12	9	0,56	9	0,55	0,55	39,2	3,06	249,5	421,17	111,57
Ene 13	10	0,55	10	0,54	0,55	12	2,96	246,1	457,31	147,71
Ene 14	10	0,55	11	0,54	0,54	32,2	3,04	244,6	466,34	156,74
Ene 15	11	0,54	11	0,54	0,54	6,1	2,99	243,1	495,51	185,91
Ene 16	11	0,54	12	0,53	0,54	1,1	3,05	241,7	498,62	189,02
Ene 17	10	0,55	11	0,54	0,54	11,9	3,11	244,6	496,67	187,07
Ene 18	11	0,54	10	0,54	0,54	4,3	3,04	244,6	505,46	195,86
Ene 19	10	0,55	9	0,55	0,55	11,7	3,09	247,8	506,72	197,12
Ene 20	9	0,56	9	0,55	0,55	0,1	3,02	249,5	515,32	205,72
Ene 21	9	0,56	10	0,54	0,55	17,1	3,14	247,8	512,40	202,80
Ene 22	8	0,57	10	0,54	0,56	15,9	3,10	249,8	526,35	216,75
Ene 23	7	0,58	7	0,57	0,57	66,8	3,08	257,8	539,15	229,55
Ene 24	7	0,58	5	0,60	0,59	30,1	3,00	263,5	602,88	293,28
Ene 25	8	0,57	6	0,58	0,57	65	3,06	258,2	629,98	320,38
Ene 26	9	0,56	5	0,60	0,58	13,8	3,03	259,4	691,92	382,32
Ene 27	10	0,55	7	0,57	0,56	13,5	3,08	251,9	702,69	393,09
Ene 28	11	0,54	15	0,52	0,53	60,7	3,06	238,3	713,11	403,51
Ene 29	9	0,56	8	0,56	0,56	5,2	2,99	251,4	770,75	461,15
Ene 30	9	0,56	9	0,55	0,55	28,6	2,99	249,5	772,95	463,35
Ene 31	10	0,55	7	0,57	0,56	13	2,94	251,9	798,56	488,96
Feb 1	8	0,57	7	0,57	0,57	1,7	2,81	255,6	808,62	499,02
Feb 2	9	0,56	10	0,54	0,55	32	2,90	247,8	807,51	497,91
Feb 3	9	0,56	9	0,55	0,55	21,7	2,84	249,5	836,61	527,01
Feb 4	11	0,54	11	0,54	0,54	0	2,81	243,1	855,47	545,87
Feb 5	11	0,54	13	0,53	0,53	9	2,85	240,5	852,66	543,06
Feb 6	12	0,54	14	0,52	0,53	2,6	2,89	238,0	858,81	549,21
Feb 7	10	0,55	11	0,54	0,54	19,3	2,91	244,6	858,52	548,92
Feb 8	11	0,54	12	0,53	0,54	2,9	2,92	241,7	874,91	565,31
Feb 9	11	0,54	12	0,53	0,54	2,1	2,90	241,7	874,89	565,29
Feb 10	12	0,54	14	0,52	0,53	5,3	2,89	238,0	874,09	564,49
Feb 11	13	0,53	14	0,52	0,53	48,8	2,94	236,7	876,50	566,90

Elaborado por: Los Autores.

En el cuadro N°49 se presentan los datos de las lecturas de los tensiómetros de la ESTACIÓN N°2, a profundidades de 30 cm. y 45 cm. tomados durante un período de 73 días, comprendido a partir del 1 de diciembre del 2007 al 11 de febrero del 2008.

Datos que permiten determinar la humedad actual del suelo a partir de la tensión, llegando así a conocer el volumen de agua almacenada en (mm) a una profundidad de 45 cm a partir de la cual se realiza el balance hídrico, es decir adicionando el aporte por parte de las precipitaciones (datos proporcionados por la Estación Puerto Ila INAMHI) y restando las pérdidas por evapotranspiración (mm), lo que permite determinar la humedad acumulada y el excedente expresados en lámina de agua (mm).

Hasta el 4 de enero de 2008 el balance de humedad en el suelo permite mantener una reserva de humedad alrededor de la capacidad de campo (53,91 %) siendo superior a la Estación N°2 ya que este suelo presenta mayor contenido de materia orgánica, lo que mejora sus propiedades físicas así como la penetración y retención de agua, la cual esta disponible para la absorción por parte de los cultivos.

A partir del 31 de diciembre es notorio el incremento en las precipitaciones llegando a superar la porosidad total el 4 de enero de 2008 por lo tanto se asume que el excedente calculado constituye agua de drenaje.

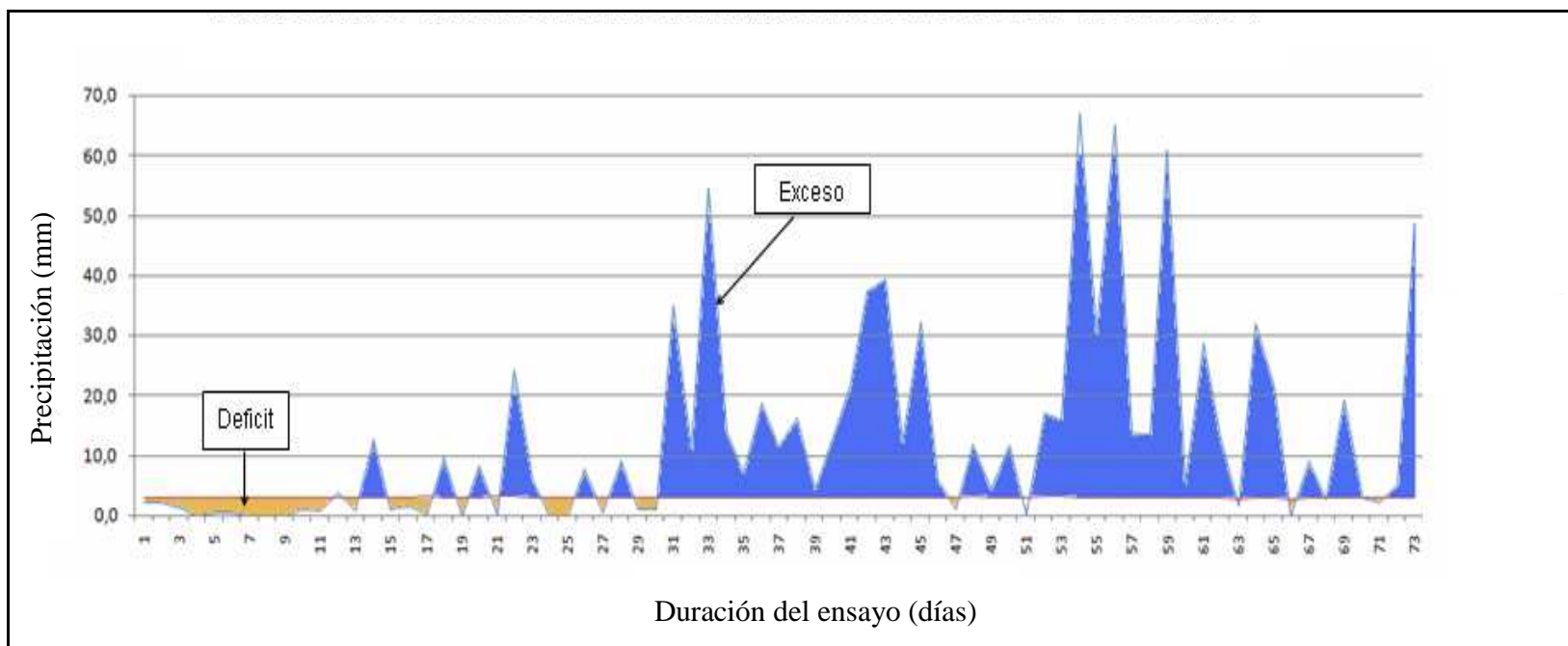


Fig 16. Balance hídrico de la finca Ernesto Molestina en el período DIC 2007 - FEB 2008 (Estación N°1).

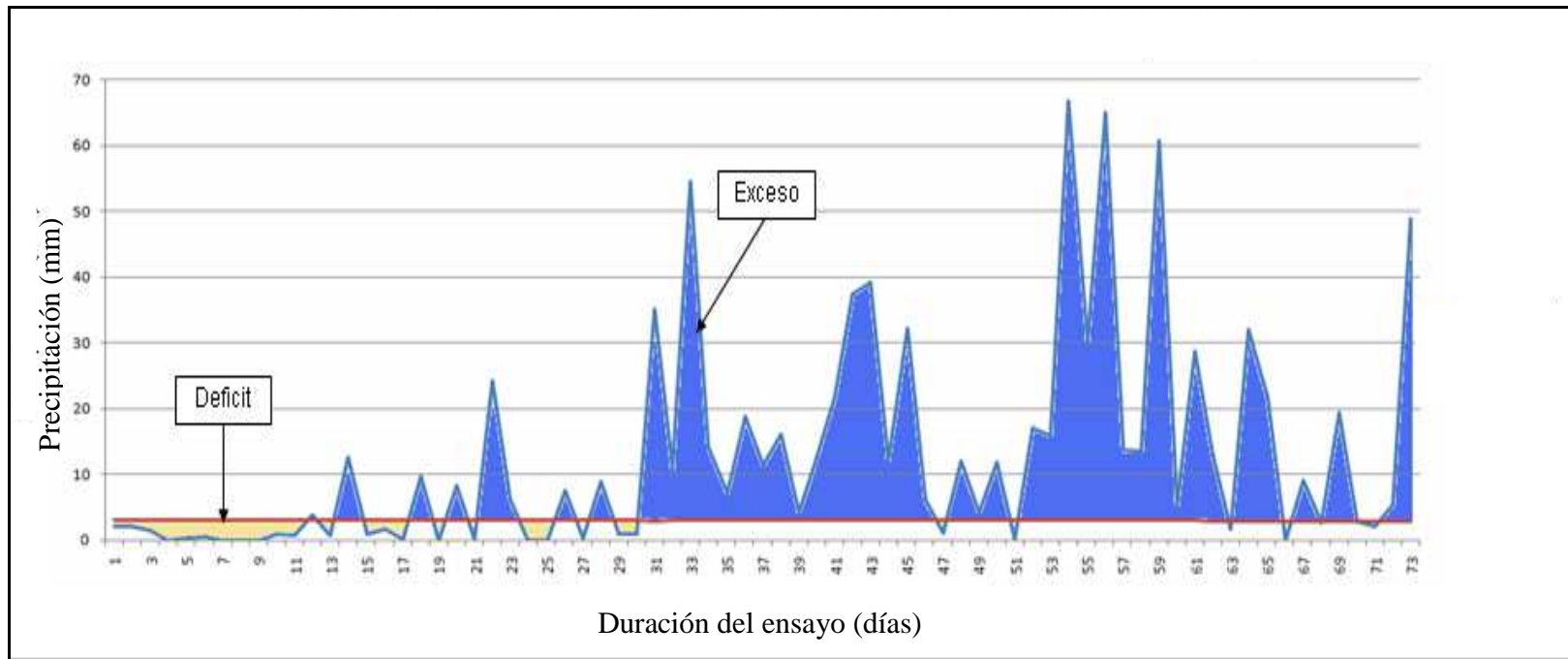


Fig 17. Balance hídrico de la finca Ernesto Molestina en el período DIC 2007 - FEB 2008 (Estación N°2).

3. Evapotranspiración (ETo)

La evapotranspiración en la zona de estudio se determinó de acuerdo a la fórmula de Penman Montheit aprobada por la FAO (1990), el cual se incluye en el programa informático CROPWAT (Smith, M. 1990).

A continuación se reúne los datos de ETo obtenidos en la estación meteorológica Puerto Ila durante 26 años, (1964-2005)

Cuadro 50. Datos climáticos y ETo de la Estación Puerto Ila (1964-2005)

DATOS DE CLIMA Y ETO							
Ciudad : Santo Domingo				Estación : Puerto Ila			
Altura : 260 m.s.n.m							
Latitud: -0.47 ° S				Longitud: -79,33° O			
Mes	Temp.max (°C)	Temp.min (°C)	Humedad (%)	Vel.vient (Km/d)	Luz solar (Horas)	Rad.solar (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
Enero	32.3	19.5	88.0	153.1	2.0	12.1	3.18
Febrero	32.3	19.9	88.0	153.7	2.2	12.8	3.30
Marzo	32.9	19.9	88.0	148.3	2.7	13.7	3.50
Abril	32.7	20.2	89.0	146.5	2.8	13.5	3.36
Mayo	32.1	20.0	89.0	133.8	2.1	11.7	2.95
Junio	31.2	19.1	90.0	128.8	1.4	10.3	2.61
Julio	30.7	17.9	90.0	121.3	1.6	10.7	2.65
Agosto	31.5	17.7	89.0	114.7	2.0	11.9	2.94
Septiembre	32.4	18.3	88.0	128.2	1.7	11.9	3.13
Octubre	31.5	18.3	89.0	137.4	1.4	11.5	2.99
Noviembre	32.3	18.1	88.0	142.4	1.3	11.1	3.05
Diciembre	32.4	18.9	88.0	137.5	1.5	11.2	3.01
Promedio	32.0	19.0	88.7	137.1	1.9	11.9	3.06

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

El mayor mes que registra una evapotranspiración ETo (mm/día), es el mes de Marzo con un valor de 3,50 mm/día, y el mínimo al mes de junio con 2,61 mm/día. La alta ETo de

marzo (3,50 mm/día) se explica debido a una elevada T° max (32,9 °C), a una baja HR (88%), La ETo del mes de junio (2,61 mm/día) se debe a una disminución de la luz solar (1,4 horas) y a una baja velocidad del viento (128,8 Km/día).

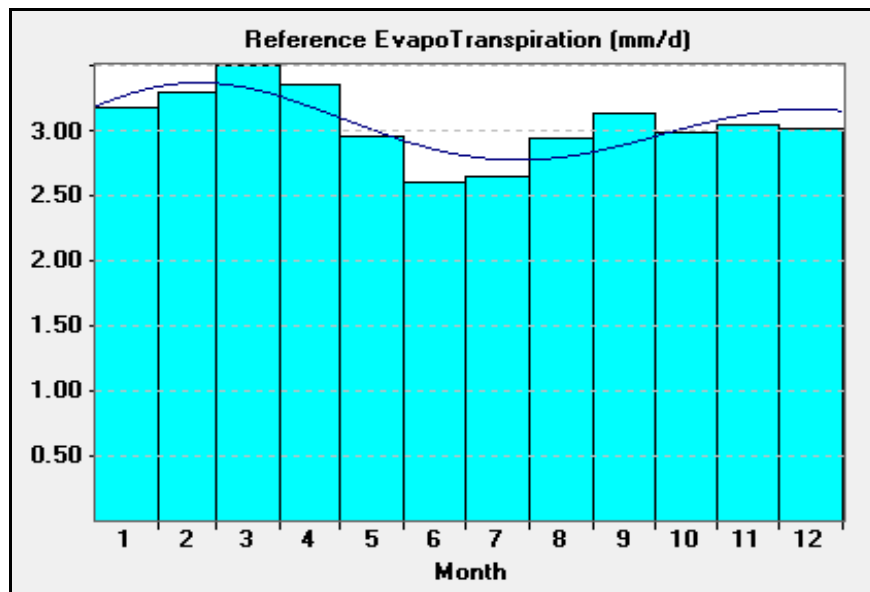


Fig 18. Curva de evapotranspiración de la estación climática Puerto Ila, periodo 1964-2005 (mm/día)

En la figura 18, nos indica que la evapotranspiración (ETo) registra como promedio aproximado 3,0 mm/día, teniendo en el mes de marzo la mayor ETo (3,50 mm/día) y en junio una menor ETo (2,50 mm/día).

Cuadro 51. Datos de precipitación total (mm/mes), precipitación efectiva (mm/mes) y Evapotranspiración. (mm/mes) de la estación Puerto Ila (1964 – 2005)

DATOS DE PRECIPITACION Y ETo			
Month	ETo (mm/d)	Total Rainfall (mm/month)	Effective Rain (mm/month)
January	3.18	454.9	363.9
February	3.30	489.9	391.9
March	3.50	539.6	431.7
April	3.36	555.7	444.6
May	2.95	272.6	218.1
June	2.61	132.2	105.8
July	2.65	54.2	43.4
August	2.94	37.5	30.0
September	3.13	84.0	67.2
October	2.99	77.3	61.8
November	3.05	87.1	69.7
December	3.01	181.3	145.0
Total (mm/Year)	1114.72	2966.3	2373.1

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

Los datos resultantes del programa CROPWAT, indican que la precipitación efectiva es menor en el mes de agosto con 30,0 mm/mes y mayor en el mes de abril con 444,6 mm/mes. Existiendo una diferencia de alrededor 400 mm/mes entre los dos eventos climáticos.

En general se puede mencionar que en los meses de enero a abril se registra una mayor precipitación total y efectiva, empezando a decrecer de mayo a octubre de acuerdo con CROPWAT. Considerando el 80% de probabilidad se tiene una precipitación efectiva de 2373,1 mm/año respecto de la precipitación total que es de 2966,3 mm/año.

La precipitación efectiva es lo que realmente aprovecha la planta, la diferencia se pierde por percolación y evaporación ($2966,3 - 2373,1 = 593,2$ mm/año), que dan una razón de 593,2 mm/año.

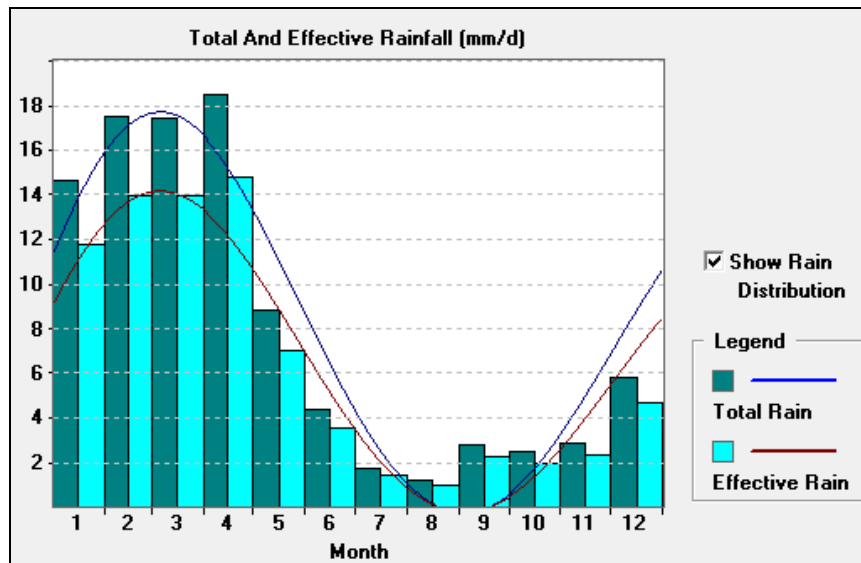


Fig 19. Curva de precipitación total y efectiva (mm/día)

En la figura 19, se observa que la curva de la precipitación efectiva es mayor en los meses de enero a abril con un dato promedio de 13 mm/día, de igual manera se observa que decrece en los meses de mayo a diciembre con un dato promedio de 3 mm/día, de manera general podemos mencionar que la precipitación total es mayor que la precipitación efectiva.

4. Programación del riego de los principales cultivos de la finca “Ernesto Molestina”.

4.1. Programación de riego para el cultivo de Cítricos (*Cytrus sp.*).

Cuadro 52. Reporte de requerimiento de agua en el cultivo de cítricos (mm/mes).

REPORTE DE REQUERIMIENTO DE AGUA DEL CULTIVO								
Cultivo:		Cítricos						
Reporte de riego en mm/mes:		30 días						
Eficiencia de irrigación:		80% (microaspersión)						
Date	ET _o	Planted Area	Crop Kc	CWR (ET _m)	Total Rain	Effect. Rain	Irr. Req.	FWS
	(mm/period)	(%)			(mm/period)			(l/s/ha)
1/1	98.09	100.00	0.70	68.66	413.37	330.67	0.00	0.00
31/1	100.79	100.00	0.70	70.55	510.46	408.36	0.00	0.00
2/3	99.59	100.00	0.70	69.71	521.64	417.32	0.00	0.00
1/4	95.47	100.00	0.70	66.83	453.32	362.69	0.00	0.00
1/5	90.26	100.00	0.70	63.18	333.08	266.50	0.00	0.00
31/5	85.83	100.00	0.69	59.34	197.10	157.71	0.00	0.00
30/6	83.52	100.00	0.67	56.35	80.32	64.29	0.00	0.00
30/7	83.86	100.00	0.66	55.19	10.57	8.47	46.71	0.23
29/8	86.48	100.00	0.65	56.21	1.86	1.49	54.72	0.26
28/9	90.19	100.00	0.65	58.62	45.32	36.24	22.38	0.11
28/10	93.42	100.00	0.65	60.73	136.86	109.46	0.00	0.00
27/11	94.80	100.00	0.67	63.72	247.95	198.34	0.00	0.00
27/12	15.77	100.00	0.70	10.99	51.90	41.52	0.00	0.00
Total	1118.07			760.10	3003.76	2403.06	123.82	[0.05]

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

El periodo de requerimiento de riego, de acuerdo con el programa CROPWAT, se extiende desde el 30/7 - 29/8 con 123,82 mm/periodo. Para regar una hectárea de cítricos se requiere de un caudal modular de 0,05 l/s/ha como promedio anual. Cabe recalcar que los meses en los que se requiere suministro de agua corresponden a julio y agosto con un caudal modular de 0,25 l/s/ha en promedio y que vendrían a ser el caudal de diseño del sistema de riego a emplearse. Las necesidades de riego total calculadas (123,82 mm/año)

se calcularon con una eficiencia de irrigación del 80% cifra media para un sistema de microaspersión.

Cuadro 53. Resumen del calendario de riego en el cultivo de cítricos.

Datos del suelo		Criterio de riego	
Textura	Franco	Eficiencia del sistema de riego	80%
CC	45,82%		
PMP	27,14%	Profundidad de aplicación	100%
Da	0,95 gr./cm ³		
Tasa de infiltración	1,098 cm/hora	Inicio de calendario	2 de Enero

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 54. Reporte del programa de irrigación para el cultivo de cítricos a considerarse en la zona de estudio.

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)
6/1	126,3	63,1	63,3	9,0	2,3	100,0%	2,3			
11/1	126,3	63,1	67,4	11,3	2,3	100,0%	2,3			
16/1	126,3	63,1	71,2	11,4	2,3	100,0%	2,3			
21/1	126,3	63,1	74,6	11,5	2,3	100,0%	2,3			
26/1	126,3	63,1	77,8	11,6	2,3	100,0%	2,3			
31/1	126,3	63,1	80,5	11,6	2,3	100,0%	2,3			
5/2	126,3	63,1	82,9	11,7	2,3	100,0%	2,3			
10/2	126,3	63,1	84,9	11,7	2,4	100,0%	2,4			
15/2	126,3	63,1	86,4	11,8	2,4	100,0%	2,4			
20/2	126,3	63,1	87,5	11,8	2,4	100,0%	2,4			
25/2	126,3	63,1	88,2	11,8	2,4	100,0%	2,4			
2/3	126,3	63,1	88,5	11,8	2,4	100,0%	2,4			
7/3	126,3	63,1	88,4	11,7	2,3	100,0%	2,3			
12/3	126,3	63,1	87,9	11,7	2,3	100,0%	2,3			
17/3	126,3	63,1	87,0	11,7	2,3	100,0%	2,3			
22/3	126,3	63,1	85,7	11,6	2,3	100,0%	2,3			
27/3	126,3	63,1	84,1	11,5	2,3	100,0%	2,3			
1/4	126,3	63,1	82,1	11,5	2,3	100,0%	2,3			
6/4	126,3	63,1	79,8	11,4	2,3	100,0%	2,3			
11/4	126,3	63,1	77,3	11,3	2,2	100,0%	2,2			
16/4	126,3	63,1	74,5	11,2	2,2	100,0%	2,2			
21/4	126,3	63,1	71,4	11,1	2,2	100,0%	2,2			
26/4	126,3	63,1	68,2	11,0	2,2	100,0%	2,2			

1/5	126,3	63,1	64,8	10,9	2,2	100,0%	2,2			
6/5	126,3	63,1	61,2	10,8	2,1	100,0%	2,1			
11/5	126,3	63,1	57,5	10,7	2,1	100,0%	2,1			
16/5	126,3	63,1	53,7	10,6	2,1	100,0%	2,1			
21/5	126,3	63,1	49,9	10,5	2,1	100,0%	2,1			
26/5	126,3	63,1	46,0	10,4	2,1	100,0%	2,1			
31/5	126,3	63,1	42,2	10,3	2,0	100,0%	2,0			
5/6	126,3	63,1	38,3	10,2	2,0	100,0%	2,0			
10/6	126,3	63,1	34,6	10,1	2,0	100,0%	2,0			
15/6	126,3	63,1	30,9	9,9	2,0	100,0%	2,0			
20/6	126,3	63,1	27,3	9,8	2,0	100,0%	2,0			
25/6	126,3	63,1	23,8	9,7	1,9	100,0%	1,9			
30/6	126,3	63,1	20,5	9,6	1,9	100,0%	1,9			
5/7	126,3	63,1	17,4	9,6	1,9	100,0%	1,9			
10/7	126,3	63,1	14,5	9,5	1,9	100,0%	1,9			
15/7	126,3	63,1	11,7	9,4	1,9	100,0%	1,9			
16/7	126,3	63,1	0,0	0,0	1,9	100,0%	3,8	195	3,8	0.0
20/7	126,3	63,1	9,2	5,6	1,9	100,0%	1,9			
25/7	126,3	63,1	7,0	7,0	1,9	100,0%	4,2			
30/7	126,3	63,1	5,0	5,0	1,9	100,0%	8,5			
31/7	126,3	63,1	0,0	0,0	1,8	100,0%	10,3	15	10,3	0.0
4/8	126,3	63,1	3,2	3,2	1,8	100,0%	4,1			
9/8	126,3	63,1	1,8	1,8	1,8	100,0%	11,6			
14/8	126,3	63,1	0,6	0,6	1,8	100,0%	20,2			
15/8	126,3	63,1	0,0	0,0	1,8	100,0%	22,0	15	22,0	0.0
19/8	126,3	63,1	0,0	0,0	1,8	100,0%	7,4			
30/8	126,3	63,1	0,0	0,0	1,8	100,0%	27,6	15	27,6	0.0
14/9	126,3	63,1	0,0	0,0	1,9	100,0%	27,9	15	27,9	0.0
18/9	126,3	63,1	0,4	0,4	1,9	100,0%	7,1			
23/9	126,3	63,1	1,5	1,5	1,9	100,0%	15,1			
28/9	126,3	63,1	2,8	2,8	1,9	100,0%	21,9			
29/9	126,3	63,1	0,0	0,0	1,9	100,0%	23,8	15	23,8	0.0
3/10	126,3	63,1	4,4	4,4	1,9	100,0%	3,3			
8/10	126,3	63,1	6,2	6,2	1,9	100,0%	6,7			
13/10	126,3	63,1	8,3	8,3	2,0	100,0%	8,2			
14/10	126,3	63,1	0,0	0,0	2,0	100,0%	10,1	15	10,1	0.0
18/10	126,3	63,1	10,5	5,9	2,0	100,0%	2,0			
23/10	126,3	63,1	13,0	9,9	2,0	100,0%	2,0			
28/10	126,3	63,1	15,6	9,9	2,0	100,0%	2,0			
2/11	126,3	63,1	18,3	10,0	2,0	100,0%	2,0			
7/11	126,3	63,1	21,2	10,1	2,0	100,0%	2,0			
12/11	126,3	63,1	24,2	10,1	2,0	100,0%	2,0			
17/11	126,3	63,1	27,2	10,2	2,0	100,0%	2,0			
22/11	126,3	63,1	30,3	10,2	2,0	100,0%	2,0			
27/11	126,3	63,1	33,5	10,2	2,0	100,0%	2,0			
2/12	126,3	63,1	36,7	10,3	2,1	100,0%	2,1			
7/12	126,3	63,1	39,8	10,4	2,1	100,0%	2,1			
12/12	126,3	63,1	42,9	10,5	2,1	100,0%	2,1			
17/12	126,3	63,1	46,0	10,7	2,1	100,0%	2,1			
22/12	126,3	63,1	49,0	10,8	2,2	100,0%	2,2			
27/12	126,3	63,1	51,9	10,9	2,2	100,0%	2,2			
1/1	126,3	63,1	59,1	11,0	2,2	100,0%	2,2			
Total			3003,8	632,4	760,1	100,0%			125,5	0,0

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

Las necesidades de riego calculadas *de acuerdo al criterio del usuario*, (opción que se presenta el programa CROPWAT), determinó un valor de 125,5 mm de lámina de riego (Ln), en el periodo de mayor demanda que se extiende desde el 31/7 hasta el 14/10.

Este valor se ha considerado como ideal, ya que el aporte de valores superiores a 125,5 mm no inciden en el aumento de la cosecha ($K_y = 1$) ni descenso en la producción.

Cuadro 55. Datos del cultivo de Cítricos considerados en el cálculo del Kc.

DATOS DEL CULTIVO					
Etapas de crecimiento	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total
Duración de etapas[Días]	150	90	90	35	365
Coef. del cultivo (Kc)	0.70	>>>	0.65	0.70	
Profundidad raíz [m]	0.75	>>>	0.75	0.75	
Nivel agotamiento (P)	0.50	>>>	0.50	0.50	
Factor producción (Ky)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

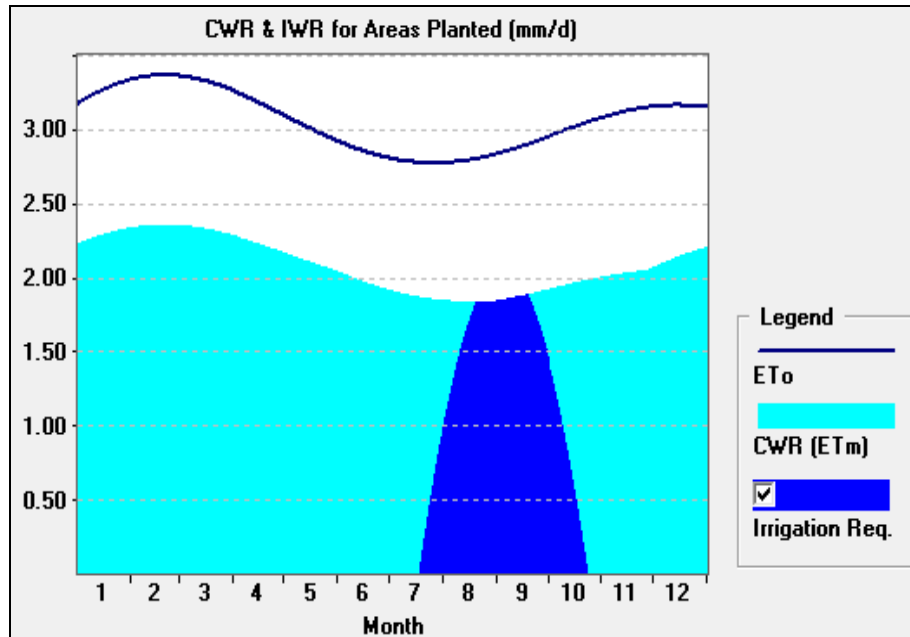


Fig 20. Curva de requerimiento de agua en el cultivo de cítricos (mm/periodo)

Observando la Fig 20, se puede concluir que los requerimientos de agua del cultivo (CWR) corresponden a un valor promedio de 2 mm/día, valor que se registra en los meses de enero a julio y de noviembre a diciembre, se puede entonces inferir que la presencia de lluvias en estos meses suplen la demanda hídrica del cultivo (ver fig 19).

No sucede lo mismo en los meses de julio a octubre, donde la lluvia es escasa, siendo insuficiente en cantidad y volumen para suplir las necesidades de riego del cultivo existiendo por lo tanto déficit hídrico y siendo oportuno regar, las necesidades de riego en este periodo (julio-octubre) en promedio son de 1,8 mm/día.

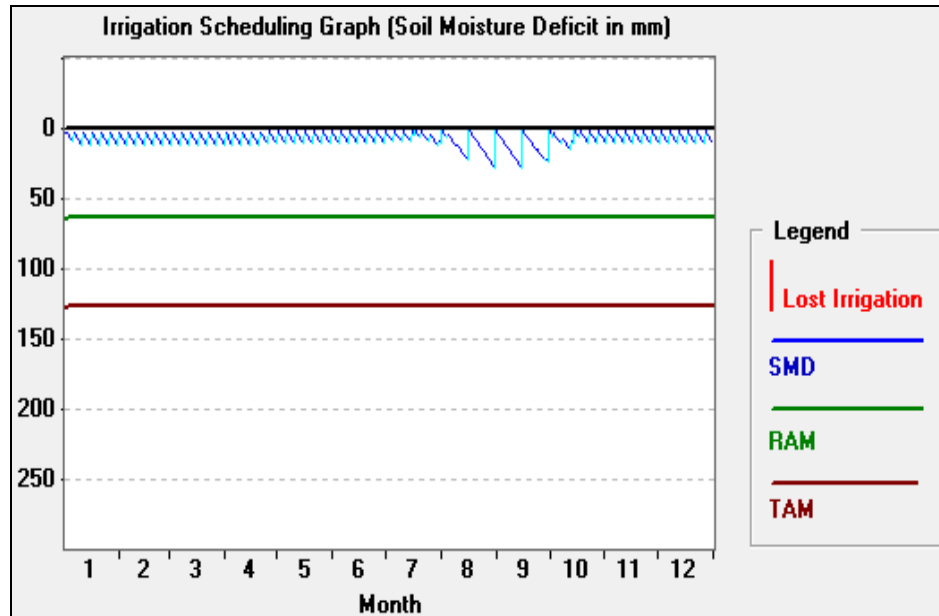


Fig 21. Programación de riego en el cultivo de Cítricos.

De la fig 21 se infiere que el déficit de humedad (SMD), no supera a la humedad rápidamente aprovechable (RAM), que en este caso viene a ser el factor de seguridad en el riego. De acuerdo con el cuadro 31 se observa que RAM alcanza un valor de 63,1 mm para un K_c de 0,50. Esto da entender que la programación de riego para el cultivo de cítricos fue bien realizada, conforme el *criterio del usuario en el programa CROPWAT*.

Nótese también que el valor de la humedad total disponible (TAM) es del orden de 126,3 mm a lo largo del periodo vegetativo, y corresponde a la lámina total para cubrir la demanda de agua del cultivo hasta una profundidad de 0,75 m.

4.2. Programación de riego para el cultivo de Piña (*Annanas comosus*).

Cuadro 56. Reporte de requerimiento de agua en el cultivo de Piña. (mm/mes)

REPORTE DE REQUERIMIENTO DE AGUA DEL CULTIVO								
Cultivo:		Pina						
Reporte de riego en mm/mes:		30 días						
Eficiencia de irrigación:		75% (aspersión)						
Date	ET _o	Planted Area	Crop Kc	CWR (ET _m)	Total Rain	Effect. Rain	Irr. Req.	FWS
	(mm/period)	(%)			(mm/period)			(l/s/ha)
2/1	98.24	100.00	0.50	49.12	417.80	334.22	0.00	0.00
1/2	100.81	100.00	0.50	50.41	512.26	409.81	0.00	0.00
3/3	99.49	100.00	0.50	49.74	520.53	416.44	0.00	0.00
2/4	95.30	100.00	0.47	44.40	449.96	360.00	0.00	0.00
2/5	90.09	100.00	0.40	35.97	328.60	262.91	0.00	0.00
1/6	85.71	100.00	0.33	28.49	192.72	154.21	0.00	0.00
1/7	83.49	100.00	0.30	25.05	77.11	61.71	0.00	0.00
31/7	83.92	100.00	0.30	25.18	9.43	7.55	17.62	0.09
30/8	86.59	100.00	0.30	25.98	2.31	1.85	24.13	0.12
29/9	90.31	100.00	0.30	27.09	47.77	38.20	0.00	0.00
29/10	93.51	100.00	0.30	28.05	140.40	112.30	0.00	0.00
28/11	94.81	100.00	0.30	28.44	251.66	201.30	0.00	0.00
Total	1102.27			417.91	2950.55	2360.50	41.75	[0.02]

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

En el cuadro 56, podemos concluir para el cultivo de piña, el programa CROPWAT, reporta de requerimiento de agua 417,91 mm/periodo, indicando que para las fechas 31/7 y 30/8 se requiere agua de riego con un valor de 41,75 mm/periodo, debido a una disminución considerable de precipitación total y efectiva en la zona del proyecto. Cabe recalcar que los meses en los que se requiere suministro de agua corresponden a julio y agosto con un caudal modular de 0,10 l/s/ha como promedio y con una eficiencia de irrigación de 75% cifra media para un sistema de aspersión.

Cuadro 57. Reporte del calendario de riego en piña N°1.

Datos del suelo		Criterio de riego	
Textura	Franco	Eficiencia del sistema de riego	75%
CC	43,66%		
PMP	25,79%	Profundidad de aplicación	100%
Da	0,92 gr./cm ³		
Tasa de infiltración	3,838 cm/hora	Inicio de calendario	2 de Enero

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 58. Reporte del programa de irrigación N°1 para el cultivo de Piña a considerarse en la zona de estudio.

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)
6/1	18,3	9,1	63,3	6,4	1,6	100,0%	1,6			
11/1	19,3	9,6	67,4	8,0	1,6	100,0%	1,6			
16/1	20,2	10,1	71,2	8,1	1,6	100,0%	1,6			
21/1	21,2	10,6	74,6	8,2	1,6	100,0%	1,6			
26/1	22,2	11,1	77,8	8,2	1,7	100,0%	1,7			
31/1	23,2	11,6	80,5	8,3	1,7	100,0%	1,7			
5/2	24,1	12,1	82,9	8,3	1,7	100,0%	1,7			
10/2	25,1	12,6	84,9	8,4	1,7	100,0%	1,7			
15/2	26,1	13,0	86,4	8,4	1,7	100,0%	1,7			
20/2	27,1	13,5	87,5	8,4	1,7	100,0%	1,7			
25/2	28,0	14,0	88,2	8,4	1,7	100,0%	1,7			
2/3	29,0	14,5	88,5	8,4	1,7	100,0%	1,7			
7/3	30,0	15,0	88,4	8,4	1,7	100,0%	1,7			
12/3	31,0	15,5	87,9	8,4	1,7	100,0%	1,7			
17/3	31,9	16,0	87,0	8,3	1,7	100,0%	1,7			
22/3	32,9	16,4	85,7	8,3	1,7	100,0%	1,7			
27/3	33,9	16,9	84,1	8,2	1,6	100,0%	1,6			
1/4	34,8	17,4	82,1	8,2	1,6	100,0%	1,6			
6/4	35,8	17,9	79,8	8,1	1,6	100,0%	1,6			
11/4	36,8	18,4	77,3	7,8	1,5	100,0%	1,5			
16/4	37,8	18,9	74,5	7,6	1,5	100,0%	1,5			
21/4	38,7	19,4	71,4	7,3	1,4	100,0%	1,4			
26/4	39,7	19,9	68,2	7,1	1,4	100,0%	1,4			
1/5	40,7	20,3	64,8	6,9	1,3	100,0%	1,3			
6/5	41,7	20,8	61,2	6,6	1,3	100,0%	1,3			
11/5	42,6	21,3	57,5	6,4	1,3	100,0%	1,3			
16/5	43,6	21,8	53,7	6,2	1,2	100,0%	1,2			
21/5	44,6	22,3	49,9	6,0	1,2	100,0%	1,2			

26/5	45,6	22,8	46,0	5,7	1,1	100,0%	1,1			
31/5	46,5	23,3	42,2	5,5	1,1	100,0%	1,1			
5/6	47,5	23,7	38,3	5,3	1,0	100,0%	1,0			
10/6	48,5	24,2	34,6	5,1	1,0	100,0%	1,0			
15/6	49,4	24,7	30,9	4,9	1,0	100,0%	1,0			
20/6	50,4	25,2	27,3	4,7	0,9	100,0%	0,9			
25/6	51,4	25,7	23,8	4,5	0,9	100,0%	0,9			
30/6	52,4	26,2	20,5	4,3	0,8	100,0%	0,8			
5/7	52,6	26,3	17,4	4,2	0,8	100,0%	0,8			
10/7	52,6	26,3	14,5	4,2	0,8	100,0%	0,8			
15/7	52,6	26,3	11,7	4,2	0,8	100,0%	0,8			
20/7	52,6	26,3	9,2	4,2	0,8	100,0%	0,8			
25/7	52,6	26,3	7,0	4,2	0,8	100,0%	0,8			
30/7	52,6	26,3	5,0	4,2	0,8	100,0%	0,8			
4/8	52,6	26,3	3,2	3,2	0,8	100,0%	1,8			
9/8	52,6	26,3	1,8	1,8	0,8	100,0%	4,2			
14/8	52,6	26,3	0,6	0,6	0,8	100,0%	7,8			
15/8	52,6	26,3	0,0	0,0	0,8	100,0%	8,7	225	8,7	0.0
19/8	52,6	26,3	0,0	0,0	0,8	100,0%	3,4			
25/8	52,6	26,3	0,0	0,0	0,8	100,0%	8,5	10	8,5	0.0
4/9	52,6	26,3	0,0	0,0	0,9	100,0%	8,5	10	8,5	0.0
14/9	52,6	26,3	0,0	0,0	0,9	100,0%	8,6	10	8,6	0.0
18/9	52,6	26,3	0,4	0,4	0,9	100,0%	3,1			
23/9	52,6	26,3	1,5	1,5	0,9	100,0%	6,0			
24/9	52,6	26,3	0,0	0,0	0,9	100,0%	6,9	10	6,9	0.0
28/9	52,6	26,3	2,8	2,6	0,9	100,0%	0,9			
3/10	52,6	26,3	4,4	4,4	0,9	100,0%	0,9			
8/10	52,6	26,3	6,2	4,5	0,9	100,0%	0,9			
13/10	52,6	26,3	8,3	4,5	0,9	100,0%	0,9			
18/10	52,6	26,3	10,5	4,5	0,9	100,0%	0,9			
23/10	52,6	26,3	13,0	4,5	0,9	100,0%	0,9			
28/10	52,6	26,3	15,6	4,6	0,9	100,0%	0,9			
2/11	52,6	26,3	18,3	4,6	0,9	100,0%	0,9			
7/11	52,6	26,3	21,2	4,6	0,9	100,0%	0,9			
12/11	52,6	26,3	24,2	4,6	0,9	100,0%	0,9			
17/11	52,6	26,3	27,2	4,7	0,9	100,0%	0,9			
22/11	52,6	26,3	30,3	4,7	0,9	100,0%	0,9			
27/11	52,6	26,3	33,5	4,7	0,9	100,0%	0,9			
2/12	52,6	26,3	36,7	4,7	0,9	100,0%	0,9			
7/12	52,6	26,3	39,8	4,7	0,9	100,0%	0,9			
12/12	52,6	26,3	42,9	4,7	0,9	100,0%	0,9			
17/12	52,6	26,3	46,0	4,7	0,9	100,0%	0,9			
22/12	52,6	26,3	49,0	4,7	0,9	100,0%	0,9			
27/12	52,6	26,3	51,9	4,7	0,9	100,0%	0,9			

Total			2944,7	375,7	417,8	100,0%		41,1	0,0	

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

Las necesidades de riego calculadas *de acuerdo al criterio del usuario*, opción que presenta CROPWAT, en los meses de agosto y septiembre debido a un agotamiento o

déficit de humedad en el suelo, creando para ello la necesidad de regar con intervalos de 10 días con un promedio de lámina neta de 8,3 mm.

Sin riego el cultivo de piña reporta una reducción del 0.6% en la producción, considerando un calendario de siembras a inicios de año.

Cuadro 59. Datos del cultivo de Piña considerados en el cálculo del Kc.

DATOS DEL CULTIVO					
Etapas de crecimiento	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total
Duración de etapas[Días]	90	90	60	120	360
Coef. del cultivo (Kc)	0.50	>>>	0.30	0.30	
Profundidad raíz [m]	0.10	>>>	0.30	0.30	
Nivel agotamiento (P)	0.50	>>>	0.50	0.50	
Factor producción (Ky)	0.24	0.25	0.25	0.25	0.10

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.
 Elaborado por: Los Autores.

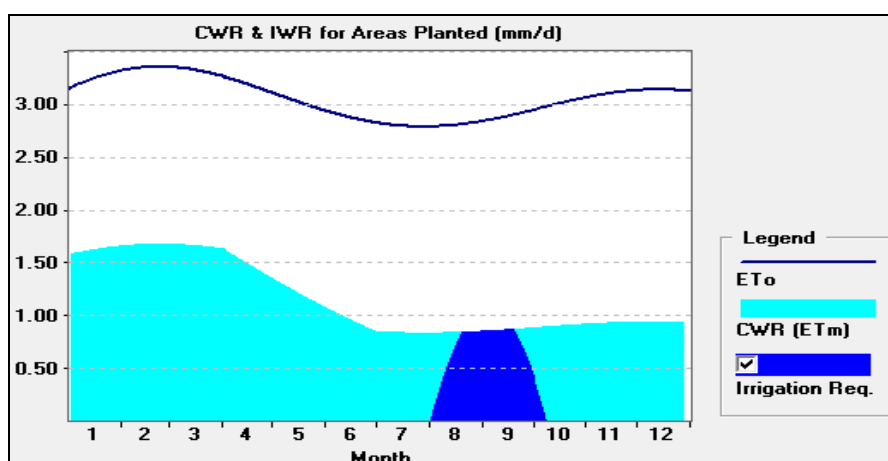


Fig 22. Curva de requerimiento de agua en el cultivo de Piña (mm/periodo)

Observando esta figura se puede concluir que los requerimientos de agua del cultivo de piña corresponden a un valor promedio de 1,0 mm/día, valor que se registra de enero a julio y de octubre a diciembre. Además cabe mencionar que las necesidades de riego son menores a las necesidades de agua del cultivo, registrando una ETo promedio de 3,00 mm/día.

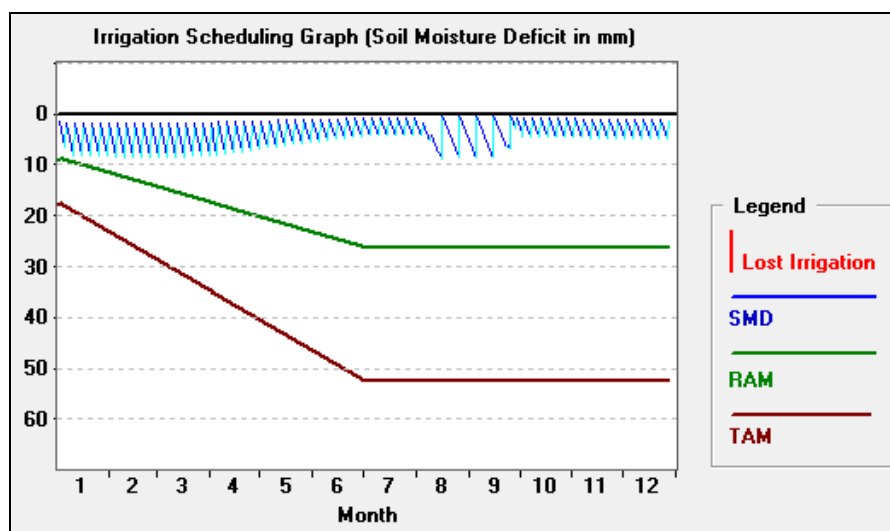


Fig 23. Programación de riego en el cultivo de Piña.

El deficit de humedad, SMD, corresponde a las necesidades netas de riego, Net. Irr. Se aprecia que SMD, nunca esta por debajo de la humedad rapidamente aprovechable, RAM, es decir, no menor a 26,3 mm, en la época de mayor demanda.

Además el valor de la humedad total almacenada es de 52,6 mm a lo largo de todo el periodo vegetativo y corresponde a la lámina total para cubrir la demanda de agua a una profundidad de 0,30 m que es donde las raicillas se localizan y absorben el agua de riego con mayor facilidad.

A continuación se presenta un calendario adicional de programación de riego para el cultivo de piña (*Annanas comosus*), debido a que es un cultivo promisorio en la zona de Santo Domingo, registrando altos costos de producción así como una buena rentabilidad por ende se han tomado en cuenta dos calendarios de siembra; en enero y en el mes de julio, como se indican a continuación:

Cuadro 60. Reporte de requerimiento de agua en el cultivo de Piña. N°2 (mm/mes).

Date	ETo (mm/period)	Planted Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain (mm/period)	Irr. Req.	FWS (l/s/ha)
1/7	84,00	100,00	0,50	42,00	77,11	61,71	0,00	0,00
31/7	84,26	100,00	0,50	42,13	9,43	7,55	34,58	0,18
30/8	86,66	100,00	0,50	43,33	2,31	1,85	41,48	0,21
29/9	90,09	100,00	0,47	41,92	47,77	38,20	3,72	0,02
29/10	93,01	100,00	0,40	37,09	140,40	112,30	0,00	0,00
28/11	94,14	100,00	0,33	31,27	251,66	201,30	0,00	0,00
28/12	96,73	100,00	0,30	29,02	392,67	314,11	0,00	0,00
27/1	100,27	100,00	0,30	30,08	502,27	401,81	0,00	0,00
26/2	99,88	100,00	0,30	29,96	525,16	420,14	0,00	0,00
28/3	96,36	100,00	0,30	28,91	466,17	372,96	0,00	0,00
27/4	91,41	100,00	0,30	27,42	350,84	280,71	0,00	0,00
27/5	86,88	100,00	0,30	26,06	214,82	171,89	0,00	0,00
Total	1103,69			409,21	2980,60	2384,53	79,78	[0,03]

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores

En este cuadro se puede ultimar que el requerimiento de agua para la programación de riego N°2, señala un valor de 409,21 mm/periodo; indicando desde el 31/7 al 29/9 un requerimiento agua de riego con un valor de 79,78 mm/periodo, debido a una disminución considerable de precipitación total y efectiva en la zona del proyecto. La FWS registra un dato de 0,03 l/s/ha.

Cuadro 61. Reporte del calendario de riego N° 2.

Datos del suelo		Criterio de riego	
Textura	Franco	Eficiencia del sistema de riego	75%
CC	43,66%		
PMP	25,79%	Profundidad de aplicación	100%
Da	0,92 gr./cm ³		
Tasa de infiltración	3,838 cm/hora	Inicio de calendario	20 de Julio

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 62. Reporte del programa de irrigación N°2 para el cultivo de Piña a considerarse en la zona de estudio.

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc mm	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)	User Adj. (mm)
5/7	18,3	9,1	17,4	5,6	1,4	100,0%	1,4				
8/7	18,9	9,4	0,0	0,0	1,4	100,0%	5,6	7	5,6	0,0	
10/7	19,3	9,6	14,5	1,4	1,4	100,0%	1,4				
15/7	20,2	10,1	11,7	7,0	1,4	100,0%	1,4				
20/7	21,2	10,6	9,2	7,0	1,4	100,0%	1,4				
25/7	22,2	11,1	7,0	7,0	1,4	100,0%	1,4				
30/7	23,2	11,6	5,0	5,0	1,4	100,0%	3,4				
2/8	23,7	11,9	0,0	0,0	1,4	100,0%	7,6	25	7,6	0,0	
4/8	24,1	12,1	3,2	1,4	1,4	100,0%	1,4				
9/8	25,1	12,6	1,8	1,8	1,4	100,0%	6,6	7	6,6	0,0	
14/8	26,1	13,0	0,6	0,6	1,4	100,0%	6,4				
16/8	26,5	13,2	0,0	0,0	1,4	100,0%	9,2	7	9,2	0,0	
19/8	27,1	13,5	0,0	0,0	1,4	100,0%	4,2				
23/8	27,8	13,9	0,0	0,0	1,4	100,0%	9,9	7	9,9	0,0	
30/8	29,2	14,6	0,0	0,0	1,4	100,0%	9,9	7	9,9	0,0	
6/9	30,6	15,3	0,0	0,0	1,4	100,0%	10,0	7	10,0	0,0	
13/9	31,9	16,0	0,0	0,0	1,4	100,0%	10,1	7	10,1	0,0	
18/9	32,9	16,4	0,4	0,4	1,5	100,0%	6,9				
20/9	33,3	16,6	0,0	0,0	1,5	100,0%	9,8	7	9,8	0,0	
23/9	33,9	16,9	1,5	1,5	1,5	100,0%	2,9				
27/9	34,7	17,3	0,0	0,0	1,5	100,0%	8,8	7	8,8	0,0	
28/9	34,8	17,4	2,8	0,0	1,5	100,0%	1,5				
3/10	35,8	17,9	4,4	4,4	1,4	100,0%	4,3				
8/10	36,8	18,4	6,2	6,2	1,4	100,0%	5,3				
13/10	37,8	18,9	8,3	8,3	1,4	100,0%	4,0				
18/10	38,7	19,4	10,5	9,6	1,4	100,0%	1,4				
23/10	39,7	19,9	13,0	6,8	1,4	100,0%	1,4				
28/10	40,7	20,3	15,6	6,7	1,3	100,0%	1,3				

2/11	41,7	20,8	18,3	6,6	1,3	100,0%	1,3
7/11	42,6	21,3	21,2	6,4	1,3	100,0%	1,3
12/11	43,6	21,8	24,2	6,3	1,2	100,0%	1,2
17/11	44,6	22,3	27,2	6,1	1,2	100,0%	1,2
22/11	45,6	22,8	30,3	6,0	1,2	100,0%	1,2
27/11	46,5	23,3	33,5	5,8	1,1	100,0%	1,1
2/12	47,5	23,7	36,7	5,7	1,1	100,0%	1,1
7/12	48,5	24,2	39,8	5,5	1,1	100,0%	1,1
12/12	49,4	24,7	42,9	5,3	1,0	100,0%	1,0
17/12	50,4	25,2	46,0	5,2	1,0	100,0%	1,0
22/12	51,4	25,7	49,0	5,0	1,0	100,0%	1,0
27/12	52,4	26,2	51,9	4,8	0,9	100,0%	0,9
1/1	52,6	26,3	59,1	4,7	0,9	100,0%	0,9
6/1	52,6	26,3	63,3	4,8	1,0	100,0%	1,0
11/1	52,6	26,3	67,4	4,8	1,0	100,0%	1,0
16/1	52,6	26,3	71,2	4,9	1,0	100,0%	1,0
21/1	52,6	26,3	74,6	4,9	1,0	100,0%	1,0
26/1	52,6	26,3	77,8	4,9	1,0	100,0%	1,0
31/1	52,6	26,3	80,5	5,0	1,0	100,0%	1,0
5/2	52,6	26,3	82,9	5,0	1,0	100,0%	1,0
10/2	52,6	26,3	84,9	5,0	1,0	100,0%	1,0
15/2	52,6	26,3	86,4	5,0	1,0	100,0%	1,0
20/2	52,6	26,3	87,5	5,0	1,0	100,0%	1,0
25/2	52,6	26,3	88,2	5,0	1,0	100,0%	1,0
2/3	52,6	26,3	88,5	5,0	1,0	100,0%	1,0
7/3	52,6	26,3	88,4	5,0	1,0	100,0%	1,0
12/3	52,6	26,3	87,9	5,0	1,0	100,0%	1,0
17/3	52,6	26,3	87,0	5,0	1,0	100,0%	1,0
22/3	52,6	26,3	85,7	5,0	1,0	100,0%	1,0
27/3	52,6	26,3	84,1	4,9	1,0	100,0%	1,0
1/4	52,6	26,3	82,1	4,9	1,0	100,0%	1,0
6/4	52,6	26,3	79,8	4,9	1,0	100,0%	1,0
11/4	52,6	26,3	77,3	4,8	1,0	100,0%	1,0
16/4	52,6	26,3	74,5	4,8	1,0	100,0%	1,0
21/4	52,6	26,3	71,4	4,8	0,9	100,0%	0,9
26/4	52,6	26,3	68,2	4,7	0,9	100,0%	0,9
1/5	52,6	26,3	64,8	4,7	0,9	100,0%	0,9
6/5	52,6	26,3	61,2	4,6	0,9	100,0%	0,9
11/5	52,6	26,3	57,5	4,6	0,9	100,0%	0,9
16/5	52,6	26,3	53,7	4,6	0,9	100,0%	0,9
21/5	52,6	26,3	49,9	4,5	0,9	100,0%	0,9
26/5	52,6	26,3	46,0	4,5	0,9	100,0%	0,9
31/5	52,6	26,3	42,2	4,4	0,9	100,0%	0,9
5/6	52,6	26,3	38,3	4,4	0,9	100,0%	0,9
10/6	52,6	26,3	34,6	4,4	0,9	100,0%	0,9
15/6	52,6	26,3	30,9	4,3	0,9	100,0%	0,9
20/6	52,6	26,3	27,3	4,3	0,9	100,0%	0,9
25/6	52,6	26,3	23,8	4,3	0,9	100,0%	0,9

Total		2983,2	321,0	409,2	100,0%		87,4 0,0

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

Las necesidades de riego calculadas *de acuerdo al criterio del usuario*, se reporta en los meses de julio a septiembre debido a un agotamiento o déficit de humedad en el suelo creando para ello la necesidad de regar con intervalos de 7 días con un total de lámina

neta de 87,4 mm. En la plantación de este cultivo a partir del mes de julio sin riego las pérdidas ascienden al 4% en la producción.

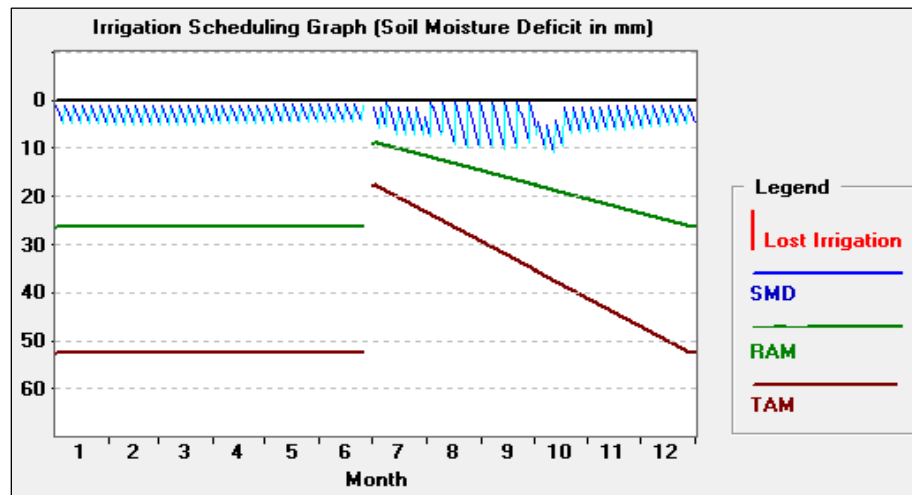


Fig 24. Programación de riego en el cultivo de piña N°2.

Se concluye en esta figura que el agotamiento de humedad total del suelo (SMD) para este periodo de plantaciones que corresponden al mes de enero ya que por obvias razones la necesidad de regar en estos meses es superior debido a una precipitación total y efectiva decreciente, subiendo los costos de producción y aumentando en un 4% las pérdidas de producción en este cultivo.

4.3. Programación de riego para el cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*).

Cuadro 63. Reporte de requerimiento de agua en el cultivo de cacao. (mm/mes)

REPORTE DE REQUERIMIENTO DE AGUA DEL CULTIVO								
Cultivo:		Cacao						
Reporte de riego en mm/mes:		30 días						
Eficiencia de irrigación:		80% (microaspersión)						
Date	ETo (mm/period)	Planted Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain (mm/period)	Irr. Req.	FWS (l/s/ha)
2/1	98,24	100,00	0,90	88,41	417,80	334,22	0,00	0,00
1/2	100,81	100,00	0,90	90,73	512,26	409,81	0,00	0,00
3/3	99,49	100,00	0,92	91,32	520,53	416,44	0,00	0,00
2/4	95,30	100,00	0,97	92,19	449,96	360,00	0,00	0,00
2/5	90,09	100,00	1,00	90,04	328,60	262,91	0,00	0,00
1/6	85,71	100,00	1,00	85,71	192,72	154,21	0,00	0,00
1/7	83,49	100,00	1,00	83,49	77,11	61,71	21,78	0,11
31/7	83,92	100,00	1,00	83,92	9,43	7,55	76,37	0,37
30/8	86,59	100,00	1,00	86,59	2,31	1,85	84,75	0,41
29/9	90,31	100,00	1,00	90,31	47,77	38,20	52,11	0,25
29/10	93,51	100,00	1,00	93,51	140,40	112,30	0,00	0,00
28/11	94,81	100,00	1,00	94,81	251,66	201,30	0,00	0,00
Total	1102,27			1071,03	2950,55	2360,50	235,00	[0,09]

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

El requerimiento de riego para el cultivo de cacao se registra en los meses de julio, agosto y septiembre con un valor total de 235 mm durante el periodo vegetativo, esto se explica debido a una precipitación total y efectiva decreciente a comparación de los meses restantes. En promedio para regar una hectárea de cacao se requiere de 0,09 l/s/ha, teniendo un mayor caudal por superficie en la fecha 30/8 con un valor de 0,41 l/s/ha, esta FWS toma en cuenta la eficiencia del sistema de riego que es de 80% (microaspersión).

Cuadro 64. Reporte del calendario de irrigación en el cultivo de cacao.

Datos del suelo		Criterio de riego	
Textura	Franco	Eficiencia del sistema de riego	80%
CC	47,98%		
PMP	28,50%	Profundidad de aplicación	100%
Da	0,94 gr./cm ³		
Tasa de infiltración	2,802 cm/hora	Inicio de calendario	2 de Enero

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 65. Reporte del programa de irrigación para el cultivo de Cacao a considerarse en la zona de estudio.

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)
6/1	134,7	67,3	63,3	11,5	2,9	100,0%	2,9			
11/1	134,7	67,3	67,4	14,5	2,9	100,0%	2,9			
16/1	134,7	67,3	71,2	14,7	2,9	100,0%	2,9			
21/1	134,7	67,3	74,6	14,8	3,0	100,0%	3,0			
26/1	134,7	67,3	77,8	14,9	3,0	100,0%	3,0			
31/1	134,7	67,3	80,5	15,0	3,0	100,0%	3,0			
5/2	134,7	67,3	82,9	15,0	3,0	100,0%	3,0			
10/2	134,7	67,3	84,9	15,1	3,0	100,0%	3,0			
15/2	134,7	67,3	86,4	15,1	3,0	100,0%	3,0			
20/2	134,7	67,3	87,5	15,1	3,0	100,0%	3,0			
25/2	134,7	67,3	88,2	15,1	3,0	100,0%	3,0			
2/3	134,7	67,3	88,5	15,1	3,0	100,0%	3,0			
7/3	134,7	67,3	88,4	15,1	3,0	100,0%	3,0			
12/3	134,7	67,3	87,9	15,1	3,0	100,0%	3,0			
17/3	134,7	67,3	87,0	15,2	3,0	100,0%	3,0			
22/3	134,7	67,3	85,7	15,2	3,1	100,0%	3,1			
27/3	134,7	67,3	84,1	15,3	3,1	100,0%	3,1			
1/4	134,7	67,3	82,1	15,3	3,1	100,0%	3,1			
6/4	134,7	67,3	79,8	15,4	3,1	100,0%	3,1			
11/4	134,7	67,3	77,3	15,4	3,1	100,0%	3,1			
16/4	134,7	67,3	74,5	15,4	3,1	100,0%	3,1			
21/4	134,7	67,3	71,4	15,4	3,1	100,0%	3,1			
26/4	134,7	67,3	68,2	15,4	3,1	100,0%	3,1			
1/5	134,7	67,3	64,8	15,3	3,1	100,0%	3,1			
6/5	134,7	67,3	61,2	15,3	3,1	100,0%	3,1			
11/5	134,7	67,3	57,5	15,3	3,0	100,0%	3,0			
16/5	134,7	67,3	53,7	15,1	3,0	100,0%	3,0			
21/5	134,7	67,3	49,9	15,0	3,0	100,0%	3,0			
26/5	134,7	67,3	46,0	14,8	2,9	100,0%	2,9			
31/5	134,7	67,3	42,2	14,7	2,9	100,0%	2,9			

5/6	134,7	67,3	38,3	14,6	2,9	100,0%	2,9			
10/6	134,7	67,3	34,6	14,4	2,9	100,0%	2,9			
15/6	134,7	67,3	30,9	14,3	2,9	100,0%	2,9			
20/6	134,7	67,3	27,3	14,2	2,8	100,0%	2,8			
25/6	134,7	67,3	23,8	14,2	2,8	100,0%	2,8			
30/6	134,7	67,3	20,5	14,1	2,8	100,0%	2,8			
5/7	134,7	67,3	17,4	14,0	2,8	100,0%	2,8			
10/7	134,7	67,3	14,5	14,0	2,8	100,0%	2,8			
13/7	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	11,1	192	11,1	0.0
15/7	134,7	67,3	11,7	2,8	2,8	100,0%	2,8			
20/7	134,7	67,3	9,2	9,2	2,8	100,0%	7,4			
21/7	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	10,2	8	10,2	0.0
25/7	134,7	67,3	7,0	7,0	2,8	100,0%	4,1			
29/7	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	15,2	8	15,2	0.0
30/7	134,7	67,3	5,0	0,0	2,8	100,0%	2,8			
4/8	134,7	67,3	3,2	3,2	2,8	100,0%	13,4			
6/8	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	19,0	8	19,0	0.0
9/8	134,7	67,3	1,8	1,8	2,8	100,0%	6,6			
14/8	134,7	67,3	0,6	0,6	2,8	100,0%	19,9	8	19,9	0.0
19/8	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	14,0			
22/8	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	22,4	8	22,4	0.0
30/8	134,7	67,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	22,6	8	22,6	0.0
7/9	134,7	67,3	0,0	0,0	2,9	100,0%	22,8	8	22,8	0.0
15/9	134,7	67,3	0,0	0,0	2,9	100,0%	23,0	8	23,0	0.0
18/9	134,7	67,3	0,4	0,4	2,9	100,0%	8,3			
23/9	134,7	67,3	1,5	1,5	2,9	100,0%	21,4	8	21,4	0.0
28/9	134,7	67,3	2,8	2,8	2,9	100,0%	11,9			
1/10	134,7	67,3	0,0	0,0	3,0	100,0%	20,7	8	20,7	0.0
3/10	134,7	67,3	4,4	3,0	3,0	100,0%	3,0			
8/10	134,7	67,3	6,2	6,2	3,0	100,0%	11,6			
9/10	134,7	67,3	0,0	0,0	3,0	100,0%	14,6	8	14,6	0.0
13/10	134,7	67,3	8,3	8,3	3,0	100,0%	3,7			
17/10	134,7	67,3	0,0	0,0	3,0	100,0%	15,8	8	15,8	0.0
18/10	134,7	67,3	10,5	0,0	3,0	100,0%	3,0			
23/10	134,7	67,3	13,0	13,0	3,1	100,0%	5,3			
28/10	134,7	67,3	15,6	15,6	3,1	100,0%	5,0			
2/11	134,7	67,3	18,3	17,3	3,1	100,0%	3,1			
7/11	134,7	67,3	21,2	15,5	3,1	100,0%	3,1			
12/11	134,7	67,3	24,2	15,5	3,1	100,0%	3,1			
17/11	134,7	67,3	27,2	15,6	3,1	100,0%	3,1			
22/11	134,7	67,3	30,3	15,7	3,1	100,0%	3,1			
27/11	134,7	67,3	33,5	15,7	3,2	100,0%	3,2			
2/12	134,7	67,3	36,7	15,8	3,2	100,0%	3,2			
7/12	134,7	67,3	39,8	15,8	3,2	100,0%	3,2			
12/12	134,7	67,3	42,9	15,8	3,2	100,0%	3,2			
17/12	134,7	67,3	46,0	15,8	3,2	100,0%	3,2			
22/12	134,7	67,3	49,0	15,8	3,2	100,0%	3,2			
27/12	134,7	67,3	51,9	15,8	3,2	100,0%	3,2			

Total			2944,7	832,2	1071	100,0%		238,8	0,0	

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.
Elaborado por: Los Autores.

La necesidad o requerimiento de riego en el cultivo de cacao, calculada en el programa CROPWAT y que utiliza el método de la FAO de acuerdo con la fórmula de Penman-Monteith, registra un valor de 238,8 mm de lámina de riego (L_n), resultando de la diferencia de la ET_c (1 071 mm) y la precipitación efectiva (832,2 mm). La lluvia total de acuerdo a este periodo vegetativo es de 2944,7 mm y la efectiva de 832,2 mm.

La humedad total almacenada para un mayor crecimiento radicular corresponde a 173,2 mm en la época de mayor desarrollo. El déficit de humedad total en el suelo (SMD) se registra en la fecha 15/9 con un valor de 23 mm. Sin riego el cultivo de cacao disminuye un 3.7% en el rendimiento.

Cuadro 66. Datos del cultivo de cacao considerados en el cálculo del K_c .

DATOS DEL CULTIVO					
Etapas de crecimiento	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total
Duración de etapas[Días]	65	60	125	110	360
Coef. del cultivo (K_c)	0.32	>>>	0.65	0.60	
Profundidad raíz [m]	0.10	>>>	0.75	0.75	
Nivel agotamiento (P)	0.50	>>>	0.50	0.50	
Factor producción (K_y)	0.80	0.80	0.90	0.80	0.70

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

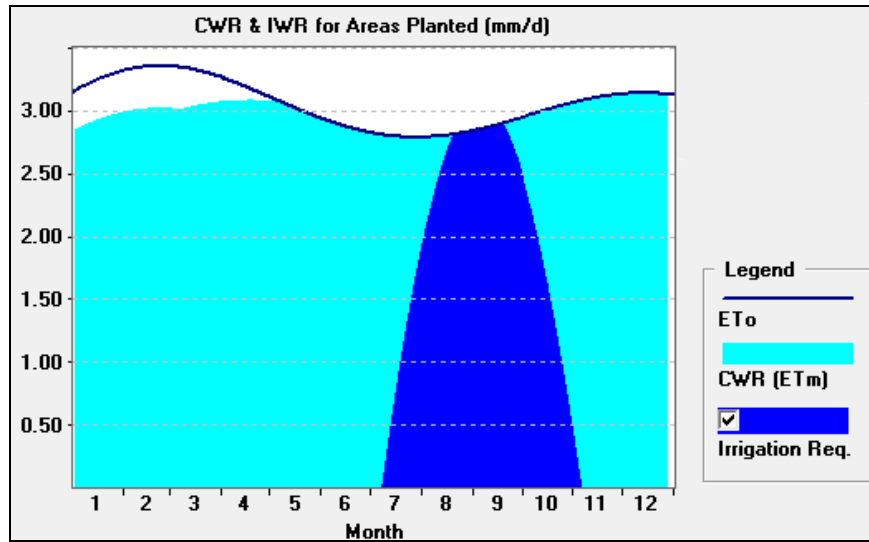


Fig 25. Curva de requerimiento de agua en el cultivo de cacao (mm/periodo)

Los requerimientos de agua del cultivo es de aproximadamente 2,8 mm/día, registrado en los meses de enero a junio y de noviembre a diciembre, no obstante los requerimientos de riego en este cultivo y para esta zona son en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre debido a una escasa precipitación total y efectiva y por ende ocasionando al cultivo un déficit hídrico por lo que se recomienda regar en este período del año y así no disminuir en un 3,7 % el rendimiento.

La evapotranspiración (ETo) arroja un valor de aproximadamente 3,00 mm/día.

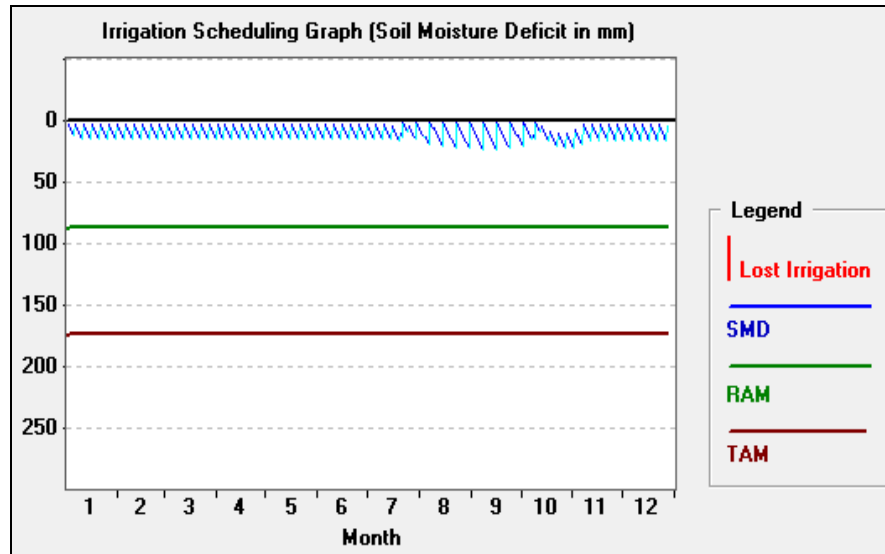


Fig 26. Programación de riego en el cultivo de Cacao.

El déficit o agotamiento de humedad total (SMD) en el suelo tiene relación con las necesidades netas de riego, es decir el SMD nunca debe de estar por debajo de la humedad rápidamente aprovechable (RAM) que es 86,6 mm para un K_c de 0,60.

También se puede apreciar que la humedad total disponible (TAM) es de 173,2 mm a lo largo del periodo vegetativo y corresponde a la lámina para cubrir la demanda de agua hasta una profundidad de 0,75 cm.

4.4. Programación del riego para el cultivo de Palmito (*Bactris gassipaes*).

Cuadro 67. Reporte de requerimiento de agua en el cultivo de Palmito. (mm/mes)

REPORTE DE REQUERIMIENTO DE AGUA DEL CULTIVO								
Cultivo: Palmito								
Reporte de riego en mm/mes:30 días								
Eficiencia de irrigación: 75% (aspersión)								
Date	ETo (mm/period)	Planted Area (%)	Crop Kc	CWR (ETm)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain	Irr. Req.	FWS (l/s/ha)
2/1	97,62	100,00	0,90	87,86	417,80	334,22	0,00	0,00
1/2	100,48	100,00	0,90	90,43	512,26	409,81	0,00	0,00
3/3	99,47	100,00	0,90	89,52	520,53	416,44	0,00	0,00
2/4	95,58	100,00	0,90	86,02	449,96	360,00	0,00	0,00
2/5	90,58	100,00	0,90	81,79	328,60	262,91	0,00	0,00
1/6	86,28	100,00	0,94	81,04	192,72	154,21	0,00	0,00
1/7	84,00	100,00	0,95	79,80	77,11	61,71	18,09	0,09
31/7	84,26	100,00	0,95	80,04	9,43	7,55	72,49	0,37
30/8	86,66	100,00	0,95	82,33	2,31	1,85	80,48	0,41
29/9	90,09	100,00	0,95	85,58	47,77	38,20	47,38	0,24
29/10	93,01	100,00	0,95	88,17	140,40	112,30	0,00	0,00
28/11	94,14	100,00	0,92	86,76	251,66	201,30	0,00	0,00
28/12	15,68	100,00	0,90	14,15	53,21	42,57	0,00	0,00
Total	1117,85			1033,51	3003,76	2403,06	218,45	[0,09]

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

En este cuadro se puede observar que el requerimiento hídrico en este cultivo es de julio a septiembre, registrando la mayor demanda de riego la fecha 29/9 con 47,38 mm/mes. Lo antes mencionado se puede justificar debido a una carencia de lluvias en la zona del proyecto. El promedio anual para regar una hectárea de palmito es de 0,09 l/s/ha. La FWS o caudal por superficie corresponde a las fechas 1/7 al 29/9 con un valor promedio de 0,28 l/s/ha. La eficiencia del sistema de riego es de 75% (aspersión).

Cuadro 68. Reporte del calendario de riego en palmito.

Datos del suelo		Criterio de riego	
Textura	Franco	Eficiencia del sistema de riego	75%
CC	55,62%		
PMP	33,32%	Profundidad de aplicación	100%
Da	0,99 gr./cm ³		
Tasa de infiltración	5,622 cm/hora	Inicio de calendario	2 de Enero

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 69. Reporte del programa de irrigación para el cultivo de Palmito a considerarse en la zona de estudio.

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)
6/1	122,6	61,3	63,3	11,5	2,9	100,0%	2,9			
11/1	122,6	61,3	67,4	14,5	2,9	100,0%	2,9			
16/1	122,6	61,3	71,2	14,7	2,9	100,0%	2,9			
21/1	122,6	61,3	74,6	14,8	3,0	100,0%	3,0			
26/1	122,6	61,3	77,8	14,9	3,0	100,0%	3,0			
31/1	122,6	61,3	80,5	15,0	3,0	100,0%	3,0			
5/2	122,6	61,3	82,9	15,0	3,0	100,0%	3,0			
10/2	122,6	61,3	84,9	15,1	3,0	100,0%	3,0			
15/2	122,6	61,3	86,4	15,1	3,0	100,0%	3,0			
20/2	122,6	61,3	87,5	15,1	3,0	100,0%	3,0			
25/2	122,6	61,3	88,2	15,1	3,0	100,0%	3,0			
2/3	122,6	61,3	88,5	15,1	3,0	100,0%	3,0			
7/3	122,6	61,3	88,4	15,1	3,0	100,0%	3,0			
12/3	122,6	61,3	87,9	15,1	3,0	100,0%	3,0			
17/3	122,6	61,3	87,0	15,0	3,0	100,0%	3,0			
22/3	122,6	61,3	85,7	14,9	3,0	100,0%	3,0			
27/3	122,6	61,3	84,1	14,8	3,0	100,0%	3,0			
1/4	122,6	61,3	82,1	14,7	2,9	100,0%	2,9			
6/4	122,6	61,3	79,8	14,6	2,9	100,0%	2,9			
11/4	122,6	61,3	77,3	14,5	2,9	100,0%	2,9			
16/4	122,6	61,3	74,5	14,4	2,9	100,0%	2,9			
21/4	122,6	61,3	71,4	14,3	2,8	100,0%	2,8			
26/4	122,6	61,3	68,2	14,1	2,8	100,0%	2,8			
1/5	122,6	61,3	64,8	14,0	2,8	100,0%	2,8			
6/5	122,6	61,3	61,2	13,9	2,8	100,0%	2,8			
11/5	122,6	61,3	57,5	13,7	2,7	100,0%	2,7			
16/5	122,6	61,3	53,7	13,6	2,7	100,0%	2,7			
21/5	122,6	61,3	49,9	13,5	2,7	100,0%	2,7			

26/5	122,6	61,3	46,0	13,4	2,7	100,0%	2,7			
31/5	122,6	61,3	42,2	13,4	2,7	100,0%	2,7			
5/6	122,6	61,3	38,3	13,4	2,7	100,0%	2,7			
10/6	122,6	61,3	34,6	13,4	2,7	100,0%	2,7			
15/6	122,6	61,3	30,9	13,4	2,7	100,0%	2,7			
20/6	122,6	61,3	27,3	13,5	2,7	100,0%	2,7			
25/6	122,6	61,3	23,8	13,4	2,7	100,0%	2,7			
30/6	122,6	61,3	20,5	13,4	2,7	100,0%	2,7			
5/7	122,6	61,3	17,4	13,3	2,7	100,0%	2,7			
10/7	122,6	61,3	14,5	13,3	2,6	100,0%	2,6			
15/7	122,6	61,3	11,7	11,7	2,6	100,0%	4,1			
20/7	122,6	61,3	9,2	9,2	2,6	100,0%	8,1	199	8,1	0.0
25/7	122,6	61,3	7,0	7,0	2,6	100,0%	6,2			
27/7	122,6	61,3	0,0	0,0	2,6	100,0%	11,5	7	11,5	0.0
30/7	122,6	61,3	5,0	5,0	2,6	100,0%	2,9			
3/8	122,6	61,3	0,0	0,0	2,6	100,0%	13,5	7	13,5	0.0
4/8	122,6	61,3	3,2	0,0	2,6	100,0%	2,6			
9/8	122,6	61,3	1,8	1,8	2,6	100,0%	14,1			
10/8	122,6	61,3	0,0	0,0	2,6	100,0%	16,7	7	16,7	0.0
14/8	122,6	61,3	0,6	0,6	2,7	100,0%	10,0			
17/8	122,6	61,3	0,0	0,0	2,7	100,0%	18,0	7	18,0	0.0
19/8	122,6	61,3	0,0	0,0	2,7	100,0%	5,3			
24/8	122,6	61,3	0,0	0,0	2,7	100,0%	18,7	7	18,7	0.0
31/8	122,6	61,3	0,0	0,0	2,7	100,0%	18,8	7	18,8	0.0
7/9	122,6	61,3	0,0	0,0	2,7	100,0%	19,0	7	19,0	0.0
14/9	122,6	61,3	0,0	0,0	2,7	100,0%	19,1	7	19,1	0.0
18/9	122,6	61,3	0,4	0,4	2,8	100,0%	10,6			
21/9	122,6	61,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	18,9	7	18,9	0.0
23/9	122,6	61,3	1,5	1,5	2,8	100,0%	4,1			
28/9	122,6	61,3	2,8	2,8	2,8	100,0%	15,2	7	15,2	0.0
3/10	122,6	61,3	4,4	4,4	2,8	100,0%	9,6			
5/10	122,6	61,3	0,0	0,0	2,8	100,0%	15,3	7	15,3	0.0
8/10	122,6	61,3	6,2	5,7	2,8	100,0%	2,8			
12/10	122,6	61,3	0,0	0,0	2,9	100,0%	14,2	7	14,2	0.0
13/10	122,6	61,3	8,3	0,0	2,9	100,0%	2,9			
18/10	122,6	61,3	10,5	10,5	2,9	100,0%	6,7			
19/10	122,6	61,3	0,0	0,0	2,9	100,0%	9,5	7	9,5	0.0
23/10	122,6	61,3	13,0	8,7	2,9	100,0%	2,9			
26/10	122,6	61,3	0,0	0,0	2,9	100,0%	11,6	7	11,6	0.0
28/10	122,6	61,3	15,6	2,9	2,9	100,0%	2,9			
2/11	122,6	61,3	18,3	14,6	2,9	100,0%	2,9			
7/11	122,6	61,3	21,2	14,7	2,9	100,0%	2,9			
12/11	122,6	61,3	24,2	14,8	3,0	100,0%	3,0			
17/11	122,6	61,3	27,2	14,8	3,0	100,0%	3,0			
22/11	122,6	61,3	30,3	14,9	3,0	100,0%	3,0			
27/11	122,6	61,3	33,5	14,8	3,0	100,0%	3,0			
2/12	122,6	61,3	36,7	14,8	2,9	100,0%	2,9			
7/12	122,6	61,3	39,8	14,7	2,9	100,0%	2,9			
12/12	122,6	61,3	42,9	14,6	2,9	100,0%	2,9			
17/12	122,6	61,3	46,0	14,6	2,9	100,0%	2,9			
22/12	122,6	61,3	49,0	14,5	2,9	100,0%	2,9			
27/12	122,6	61,3	51,9	14,4	2,9	100,0%	2,9			
1/1	122,6	61,3	59,1	14,2	2,9	100,0%	2,9			

Total			3003,8	802,7	1033,7	100,0%		228,1	0,0	

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

Las necesidades hídricas calculadas en el programa CROPWAT son de 228,1 mm de lámina neta con intervalos de 7 días siendo la época de mayor demanda de 27/7 a 12/10, de no suceder esto habría una reducción del 9% en las cosechas de este cultivo.

Cuadro 70. Datos del cultivo de Palmito considerados en el cálculo del Kc.

DATOS DEL CULTIVO					
Etapas de crecimiento	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total
Duración de etapas[Días]	140	30	150	45	365
Coef. del cultivo (Kc)	0.90	>>>	0.95	0.90	
Profundidad raíz [m]	0.70	>>>	0.70	0.70	
Nivel agotamiento (P)	0.50	>>>	0.50	0.50	
Factor producción (Ky)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.
 Elaborado por: Los Autores.

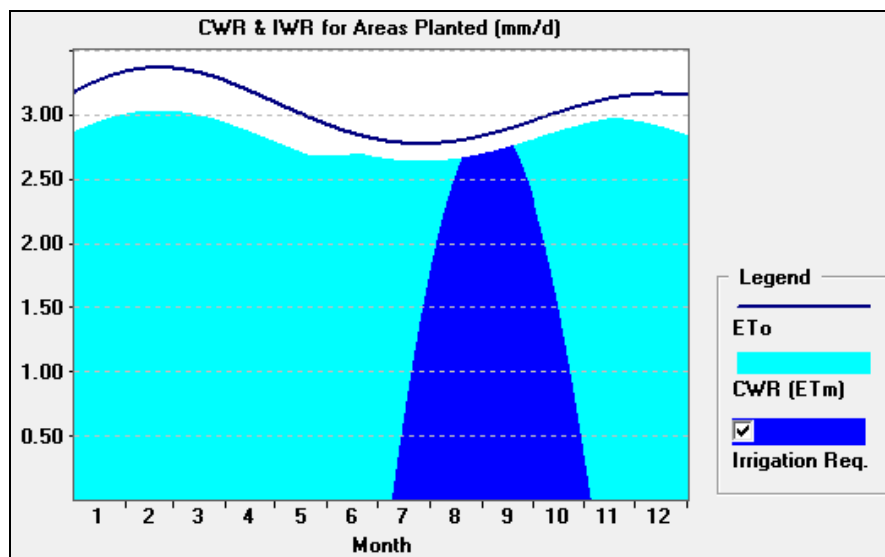


Fig 27. Curva de requerimiento de agua en el cultivo de palmito. (mm/periodo)

La ETo, tiene su mayor incidencia en el mes de febrero con aproximadamente 3,4 mm/día y un valor mensual de 100,48 mm (Cuadro 67). Gráficamente la curva nos indica que el valor promedio anual de la ETo está entre 2,7 y 3,4 mm/día. Además se puede concluir que los requerimientos de agua en el cultivo son de 2,8 mm/día como promedio en los meses de enero a junio, noviembre y diciembre no sucediendo lo mismo en los meses de julio a octubre que es donde el cultivo requiere de necesidades hídricas con un total de 218,45 mm.

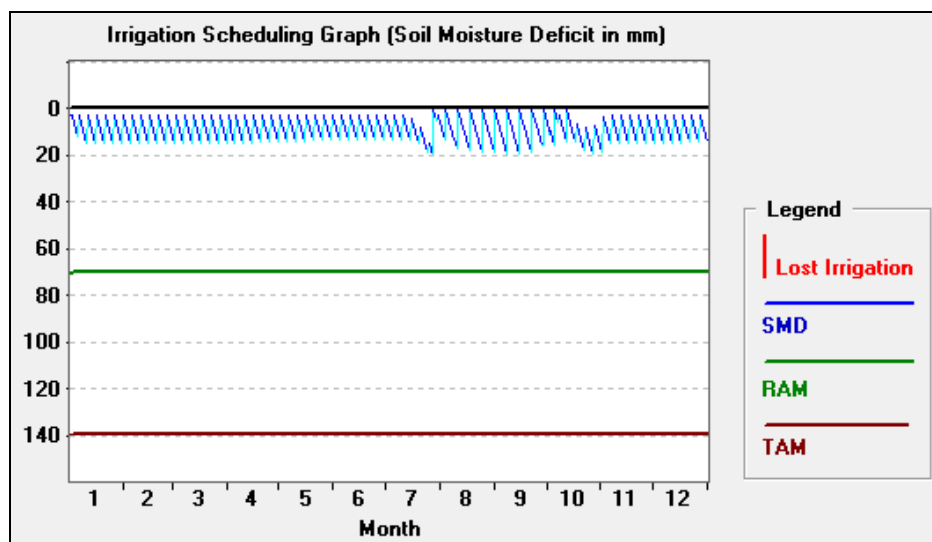


Fig 28. Programación de riego en el cultivo de Palmito.

El déficit de humedad, SMD, corresponde a las necesidades netas de riego, Net. Irr. En todo caso, SMD nunca está por debajo de la humedad rápidamente aprovechable (RAM), es decir, no menor a 61,3 mm (Cuadro 69), en la época de mayor déficit hídrico. Las Net. Irr. se pretenden llevar siempre hasta la capacidad de campo CC, donde se tiene 0% de pérdida de humedad.

4.5. Programación del riego en el cultivo de Papaya (*Carica papaya*).

Cuadro 71. Reporte de requerimiento de agua en el cultivo de Papaya. (mm/mes)

REPORTE DE REQUERIMIENTO DE AGUA DEL CULTIVO								
Cultivo:		Papaya						
Reporte de riego en mm/mes:		30 días						
Eficiencia de irrigación:		80% (microaspersión)						
Date	ET _o (mm/period)	Planted Area (%)	Crop Kc	CWR (ET _m)	Total Rain (mm/period)	Effect. Rain	Irr. Req.	FWS (l/s/ha)
2/1	98,24	100,00	0,32	31,44	417,80	334,22	0,00	0,00
1/2	100,81	100,00	0,32	32,26	512,26	409,81	0,00	0,00
3/3	99,49	100,00	0,38	37,72	520,53	416,44	0,00	0,00
2/4	95,30	100,00	0,54	51,66	449,96	360,00	0,00	0,00
2/5	90,09	100,00	0,65	58,39	328,60	262,91	0,00	0,00
1/6	85,71	100,00	0,65	55,71	192,72	154,21	0,00	0,00
1/7	83,49	100,00	0,65	54,27	77,11	61,71	0,00	0,00
31/7	83,92	100,00	0,65	54,55	9,43	7,55	46,99	0,23
30/8	86,59	100,00	0,65	56,01	2,31	1,85	54,16	0,26
29/9	90,31	100,00	0,63	57,24	47,77	38,20	19,04	0,09
29/10	93,51	100,00	0,62	57,99	140,40	112,30	0,00	0,00
28/11	94,81	100,00	0,61	57,51	251,66	201,30	0,00	0,00
Total	1102,27			604,74	2950,55	2360,50	120,19	[0,05]

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

El total de la demanda de agua de riego es de 120,19 mm/periodo en los meses de julio a octubre debido a una disminución en la precipitación y un aumento del requerimiento hídrico del cultivo. Para regar una hectárea de papaya se requiere 0,05 l/s/ha como promedio. Cabe recalcar que los meses en los que se requiere suministro de agua corresponden a los meses de julio a octubre con un caudal de 0,19 l/s/ha aproximadamente. La FWS está calculada con una eficiencia de irrigación del 80%, cifra media para un sistema de microaspersión.

Cuadro 72. Reporte del calendario de irrigación en papaya.

Datos del suelo		Criterio de riego	
Textura	Franco	Eficiencia del sistema de riego	80%
CC	53,91%		
PMP	32,23%		
Da	0,86 gr./cm ³	Profundidad de aplicación	100%
Tasa de infiltración	8,491 cm/hora	Inicio de calendario	2 de Enero

Elaborado por: Los Autores.

Cuadro 73. Reporte del programa de irrigación para el cultivo de Papaya a considerarse en la zona de estudio.

Date	TAM (mm)	RAM (mm)	Total Rain (mm)	Efct. Rain (mm)	ETc (mm)	ETc/ETm (%)	SMD (mm)	Interv. (Days)	Net Irr. (mm)	Lost Irr. (mm)
6/1	24,1	12,0	63,3	4,1	1,0	100,0%	1,0			
11/1	29,2	14,6	67,4	5,2	1,0	100,0%	1,0			
16/1	34,4	17,2	71,2	5,2	1,0	100,0%	1,0			
21/1	39,6	19,8	74,6	5,3	1,1	100,0%	1,1			
26/1	44,8	22,4	77,8	5,3	1,1	100,0%	1,1			
31/1	50,0	25,0	80,5	5,3	1,1	100,0%	1,1			
5/2	55,1	27,6	82,9	5,3	1,1	100,0%	1,1			
10/2	60,3	30,2	84,9	5,4	1,1	100,0%	1,1			
15/2	65,5	32,7	86,4	5,4	1,1	100,0%	1,1			
20/2	70,7	35,3	87,5	5,4	1,1	100,0%	1,1			
25/2	75,9	37,9	88,2	5,4	1,1	100,0%	1,1			
2/3	81,0	40,5	88,5	5,4	1,1	100,0%	1,1			
7/3	86,2	43,1	88,4	5,4	1,1	100,0%	1,1			
12/3	91,4	45,7	87,9	5,5	1,2	100,0%	1,2			
17/3	96,6	48,3	87,0	6,0	1,2	100,0%	1,2			
22/3	101,8	50,9	85,7	6,4	1,3	100,0%	1,3			
27/3	106,9	53,5	84,1	6,8	1,4	100,0%	1,4			
1/4	112,1	56,1	82,1	7,2	1,5	100,0%	1,5			
6/4	117,3	58,6	79,8	7,6	1,6	100,0%	1,6			
11/4	122,5	61,2	77,3	8,0	1,6	100,0%	1,6			
16/4	127,6	63,8	74,5	8,4	1,7	100,0%	1,7			
21/4	132,8	66,4	71,4	8,7	1,8	100,0%	1,8			
26/4	138,0	69,0	68,2	9,1	1,9	100,0%	1,9			
1/5	143,2	71,6	64,8	9,4	1,9	100,0%	1,9			
6/5	148,4	74,2	61,2	9,8	2,0	100,0%	2,0			
11/5	149,4	74,7	57,5	9,9	2,0	100,0%	2,0			
16/5	149,4	74,7	53,7	9,8	2,0	100,0%	2,0			
21/5	149,4	74,7	49,9	9,7	1,9	100,0%	1,9			
26/5	149,4	74,7	46,0	9,6	1,9	100,0%	1,9			
31/5	149,4	74,7	42,2	9,6	1,9	100,0%	1,9			

5/6	149,4	74,7	38,3	9,5	1,9	100,0%	1,9			
10/6	149,4	74,7	34,6	9,4	1,9	100,0%	1,9			
15/6	149,4	74,7	30,9	9,3	1,9	100,0%	1,9			
20/6	149,4	74,7	27,3	9,3	1,8	100,0%	1,8			
25/6	149,4	74,7	23,8	9,2	1,8	100,0%	1,8			
30/6	149,4	74,7	20,5	9,1	1,8	100,0%	1,8			
5/7	149,4	74,7	17,4	9,1	1,8	100,0%	1,8			
10/7	149,4	74,7	14,5	9,1	1,8	100,0%	1,8			
15/7	149,4	74,7	11,7	9,0	1,8	100,0%	1,8			
20/7	149,4	74,7	9,2	9,0	1,8	100,0%	1,8			
25/7	149,4	74,7	7,0	7,0	1,8	100,0%	3,8			
30/7	149,4	74,7	5,0	5,0	1,8	100,0%	7,9			
4/8	149,4	74,7	3,2	3,2	1,8	100,0%	13,7			
8/8	149,4	74,7	0,0	0,0	1,8	100,0%	20,9	218	20,9	0.0
9/8	149,4	74,7	1,8	0,0	1,8	100,0%	1,8			
14/8	149,4	74,7	0,6	0,6	1,8	100,0%	10,3			
19/8	149,4	74,7	0,0	0,0	1,8	100,0%	19,4			
23/8	149,4	74,7	0,0	0,0	1,8	100,0%	26,7	15	26,7	0.0
7/9	149,4	74,7	0,0	0,0	1,9	100,0%	27,7	15	27,7	0.0
18/9	149,4	74,7	0,4	0,4	1,9	100,0%	20,2			
22/9	149,4	74,7	0,0	0,0	1,9	100,0%	27,7	15	27,7	0.0
23/9	149,4	74,7	1,5	0,0	1,9	100,0%	1,9			
28/9	149,4	74,7	2,8	2,8	1,9	100,0%	8,5			
3/10	149,4	74,7	4,4	4,4	1,9	100,0%	13,5			
7/10	149,4	74,7	0,0	0,0	1,9	100,0%	21,1	15	21,1	0.0
8/10	149,4	74,7	6,2	0,0	1,9	100,0%	1,9			
13/10	149,4	74,7	8,3	8,3	1,9	100,0%	3,1			
18/10	149,4	74,7	10,5	10,5	1,9	100,0%	2,1			
23/10	149,4	74,7	13,0	9,8	1,9	100,0%	1,9			
28/10	149,4	74,7	15,6	9,6	1,9	100,0%	1,9			
2/11	149,4	74,7	18,3	9,6	1,9	100,0%	1,9			
7/11	149,4	74,7	21,2	9,7	1,9	100,0%	1,9			
12/11	149,4	74,7	24,2	9,7	1,9	100,0%	1,9			
17/11	149,4	74,7	27,2	9,7	1,9	100,0%	1,9			
22/11	149,4	74,7	30,3	9,7	1,9	100,0%	1,9			
27/11	149,4	74,7	33,5	9,7	1,9	100,0%	1,9			
2/12	149,4	74,7	36,7	9,7	1,9	100,0%	1,9			
7/12	149,4	74,7	39,8	9,6	1,9	100,0%	1,9			
12/12	149,4	74,7	42,9	9,6	1,9	100,0%	1,9			
17/12	149,4	74,7	46,0	9,6	1,9	100,0%	1,9			
22/12	149,4	74,7	49,0	9,5	1,9	100,0%	1,9			
27/12	149,4	74,7	51,9	9,5	1,9	100,0%	1,9			
Total			2944,7	478,8	604,7	100,0%			124,0	0,0

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.

Elaborado por: Los Autores.

En el Cuadro 73, podemos concluir que el total de necesidad de riego es de 124,0 mm que vendría a ser la lámina neta que requiere el cultivo de papaya para esta zona en el cual cabe recalcar que es la diferencia entre la ETo y la precipitación efectiva, el cual esta dividido en intervalos de 15 días para los meses de mayor demanda y cubre las fechas

desde el 15/8 al 14/10, según demuestra el programa CROPWAT fomentado por la FAO. La lluvia total de acuerdo a este periodo vegetativo es de 2944,7 mm y la efectiva de 478,8 mm.

Cuadro 74. Datos del cultivo de Papaya considerados en el cálculo del Kc.

DATOS DEL CULTIVO					
Etapas de crecimiento	Inicial	Desarrollo	Media	Final	Total
Duración de etapas[Días]	65	60	125	110	360
Coef. del cultivo (Kc)	0.32	>>>	0.65	0.60	
Profundidad raíz [m]	0.10	>>>	0.75	0.75	
Nivel agotamiento (P)	0.50	>>>	0.50	0.50	
Factor producción (Ky)	0.80	0.80	0.90	0.80	0.70

Fuente: Cropwat 4 Ver 4.3 para Windows.
Elaborado por: Los Autores.

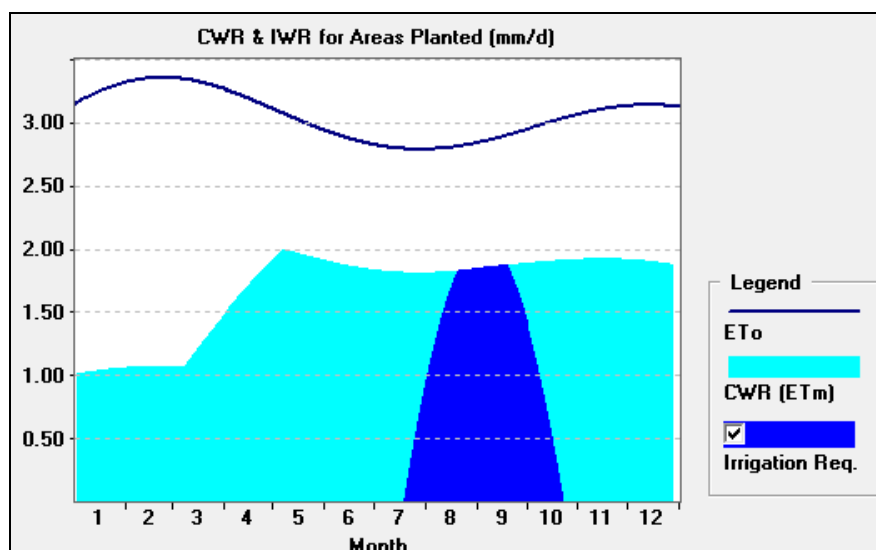


Fig 29. Curva de requerimiento de agua en el cultivo de papaya. (mm/periodo)

Observando la Fig. 29 se puede apreciar que los requerimientos de agua del cultivo (CWR) corresponde a un valor promedio de 1,5 mm/día a lo largo de todo el periodo vegetativo. En los meses de julio a octubre el cultivo de papaya reporta la necesidad de agua de riego con un valor promedio de 1,8 mm/día, para no ocasionar stres hídrico al cultivo y el rendimiento no baje a un 3,2 % de pérdidas en la producción.

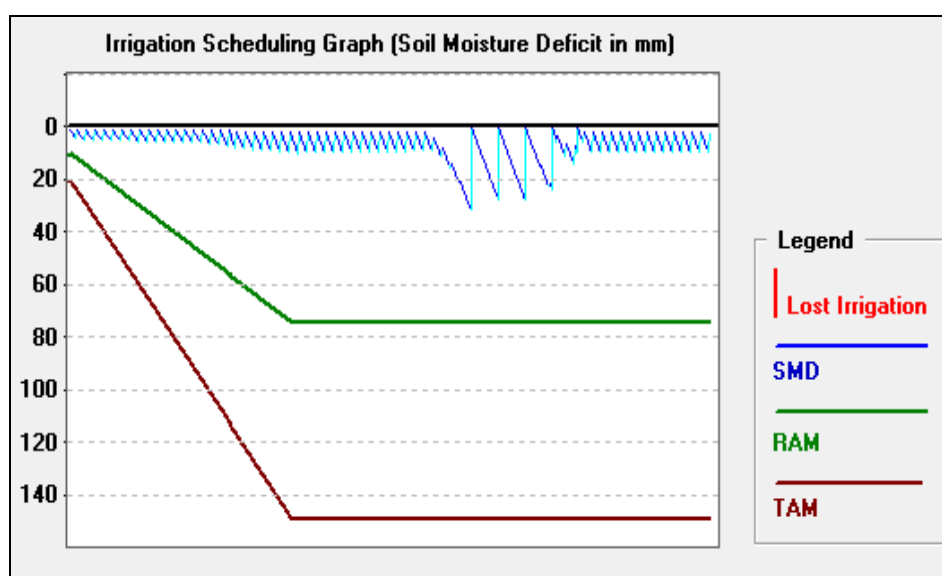


Fig 30. Programación de riego en el cultivo de Papaya.

Se puede inferir en esta figura que el déficit de humedad total del suelo (SMD), no supera a la humedad rápidamente aprovechable (RAM) reportando un valor de 74,7 mm para un coeficiente de cultivo (K_c) de 0,60 dando por entendido que la programación de riego esta lista para ser usada, *de acuerdo al criterio del usuario* estipulada por CROPWAT. Además el valor de la humedad total disponible (TAM) es 149,4 mm a lo largo del periodo vegetativo a una profundidad de 0,75 m.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. CONCLUSIONES.

1. La clasificación agrológica de los suelos de la finca Ernesto Molestina, constituye una base de información para la planificación adecuada de su uso y para el establecimiento de cultivos.

2. La Finca Ernesto Molestina tiene una superficie total de 17,08 has, de las cuales 16,20 has comprenden las áreas clasificadas. La diferencia (0,88 has) está ocupada por caminos, quebradas y ríos.

3. Se identificaron 4 clases agrológicas bien definidas: clase II con 6,05 has (35,42%); clase III con 3,20 has (18,74%); clase IV con 5,64 has (33,62%); clase VI con 1,31 has (7,67%), datos que corresponden a la superficie total de la finca.

4. La clase VI fue determinada en función de la pendiente según el levantamiento topográfico.

5. La clasificación de suelos en cuanto a la aptitud para el riego, determinó 4 clases: (I,III,IV,VI). clase I con 8,5 has (50,29%); clase III con 4,6 has (26,93%); clase IV con 2,04 has (11,94%); clase VI con 0,97 has (5,69%).

6. Los suelos de la clase IV tienen como restricciones la pendiente, la textura, bajos niveles de nutrientes y acidez.

7. Los suelos de la clase II tienen como condiciones favorables buena profundidad efectiva del suelo, ausencia de erosión y moderada permeabilidad, factores propicios para el desarrollo de muchos cultivos de la zona.

8. Los valores de los principales parámetros climáticos, promedio de 26 años de observaciones, determinan las siguientes condiciones del clima de la Finca Ernesto Molestina: Temperatura máxima 32 °C, temperatura mínima 19 °C, temperatura media 25,5 °C, humedad relativa 88,7 %, velocidad del viento 1,62 m/s y heliofanía 1,9 horas/día.

9. La Eto promedio anual es de 1 114,72 mm calculada por la formula de Penman Monteih.

10. La precipitación total anual es de 2 966,3 mm.

11. Durante el periodo de estudio (1/12/2007 a 11/02/2008) la humedad del suelo varió entre un mínimo de $0,44 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ y un máximo de $0,59 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

12. Durante el periodo de estudio la Eto mensual fue de 94,24 mm para diciembre, 94,24 mm para enero y 31,67 mm para 11 días de febrero.

13. La precipitación total durante el periodo de estudio (1/12/2007 a 11/02/2008) fue 129,9 mm para diciembre, 657,1 mm para enero y 145,4 mm para 11 días de febrero.

14. La velocidad de infiltración obtenida mediante el método del doble cilindro fue: Sitio N°1 10,98 mm/hora, sitio N°2 38,38 mm/hora, sitio N°3 28,02 mm/hora, sitio N°4 56,22 mm/hora, sitio N°5 84,91 mm/hora; datos muy elevados de acuerdo a los valores promedio de velocidad de infiltración según este tipo de suelo. Cabe mencionar que se realizó 2 ensayos por sitio siguiendo la misma metodología, lo que ratifica los resultados obtenidos, razón por la cual se debe considerar que la velocidad de infiltración y la lámina infiltrada dependen directamente de las características del suelo, tales como textura y estructura, contenido de materia orgánica, uniformidad del perfil y pendiente.

15. Las necesidades de riego de los cultivos representativos son: Cítricos 123,82 mm en 59 días (30/07 a 28/09) con un sistema de micro aspersión, piña 79,78 mm en 59 días (31/07 a 29/09) con un sistema de aspersión, cacao 235 mm en 59 días (31/07

a 29/09) con un sistema de microaspersión, palmito 218,45 mm en 90 días (1/07 a 29/09) con un sistema de aspersión, papaya 120,19 mm en 59 días (31/07 a 29/09) con un sistema de micro aspersión.

B. RECOMENDACIONES.

1. Utilizar la Finca Ernesto Molestina de acuerdo a su vocación agrícola señalada en los mapas agrologicos del presente estudio y correspondientemente en su texto.

2. Introducir gradualmente buenas prácticas agrícolas conservacionistas a los cultivos perennes y permanentes que actualmente se mantienen en la Finca Ernesto Molestina.

3. Realizar labores de conservación principalmente en los suelos clasificados como clases IV y VI (mapa de uso del suelo), utilizando alternativas tecnológicas propias de la zona y compatibles con la clase.

4. Realizar periódicamente (al menos una vez por año) análisis de suelos para determinar su fertilidad.

5. Se recomienda a los docentes de la ESPE realizar determinaciones de las características físicas del suelo como textura, densidad aparente, permeabilidad, etc, como prácticas con estudiantes y confrontarlas periódicamente con los resultados de este estudio.

6. Instalar en la Finca Ernesto Molestina, baterías de tensiómetros a tres profundidades (30, 45 y 60 cm) para observar la de la variación de la humedad durante la temporada seca y establecer su reserva en el suelo.

7. Realizar programaciones de riego para los cultivos de banano, malanga y jengibre.

8. Realizar un estudio de viabilidad económica para la implementación de un sistema de riego en La Finca Ernesto Molestina, tanto aspersion como microaspersion.

9. Realizar estudios de mercado y costos de producción de los cultivos recomendados.

CAPÍTULO VI

A. RESUMEN.

El presente proyecto de tesis se realizó en la finca Ernesto Molestina en el Km. 28 de la Vía Santo Domingo – Quevedo, Cantón Santo Domingo, Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, partiendo que los suelos de dicha finca se venían utilizando en actividades agrícolas de manera empírica sin conocer su vocación de uso ni las prácticas adecuadas para su conservación, además debido al cambio climático global que afecta a los cultivos en su abastecimiento de agua, por esto y mucho más se sintió en la necesidad de elaborar un proyecto que plasme todo un estudio agrológico con fines de uso y con fines de riego e investigar el balance hídrico de acuerdo a las condiciones meteorológicas reinantes así como el almacenamiento de humedad en el suelo.

El presente proyecto permite conocer las condiciones de los suelos en cuanto a su potencialidad con fines productivos en el ámbito de la agricultura tropical, priorizando los cultivos más representativos de la zona, adicionalmente permite alimentar una base de datos donde se dispone de información sobre las características edafológicas, agrológicas e hidrofísicas de los suelos.

Adicionalmente, se desarrolló un estudio del balance hídrico climático a través de la cual se determinó las necesidades de riego de los cultivos más representativos de la zona: Cítricos, Piña, Cacao, Palmito y Papaya. Destacando la importancia de la

agricultura de precisión, la información que se obtuvo a nivel de campo se procesó a detalle en base a programas informáticos que se relacionan con sistemas de información geográfica.

En conclusión en este proyecto encontraremos un levantamiento de suelos detallando, un set de mapas, una descripción de los suelos del área levantada y un reporte de uso y manejo, en los que permitirá un administración más eficiente del suelo, su conservación y sustentabilidad, por la descripción de sus capacidades y limitaciones; la vez un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos en función de las disponibilidades atmosféricas.

B. SUMMARY.

This thesis project was carried out on the farm Ernesto Molestina at Km. 28 of Santo Domingo – Quevedo way, Cantón Santo Domingo, Santo Domingo Province of Tsáchilas, assuming that the soil of this farm were being used in agricultural activities empirically without knowing their vocation of use nor desirable practices to preserve them, apart from global climate change that affects crops in its water supply, for this and more felt the need to develop a project to translate an entire study agrologic for use and for and investigate the irrigation water balance according to the prevailing weather conditions as well as storage of moisture in the soil.

This project allows to know the conditions of the soil on their potential for productive purposes in the field of tropical agriculture, prioritizing the most representative crops in the area, additionally allows feeding a database where information is available on the characteristics edaphologics, agrologics and hydrophysics of soils.

Additionally, developed a study of water balance climate through which identified the needs of irrigation of crops most representative of the area: Citrus, pineapple, cocoa, peach and pawpaw. Stressing the importance of precision farming, information that was obtained at the field was processed in detail based on software that is related to geographic information systems.

In conclusion in this thesis project will find a detailed survey of soil: a set of maps, a description of soils of the area and topographic surveys report of use and management, which will enable a more efficient administration of soil, conservation and sustainability, describing their capabilities and limitations; on better utilization of water resources depending on the availability atmospheric.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

1. **CASTAÑÓN, G.** 1999. Ingeniería del riego. Utilización racional del agua. Paraninfo. S.A. España. pp. 12 – 16, 39 – 40.
2. **CORONADO, M.** 2004. Manejo ecológico del suelo. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo. CIED. (en línea). Lima, PE. Consultado 1 ene. 2008. Disponible en [http:// www.ciedperu.org/manuales/suelin.htm](http://www.ciedperu.org/manuales/suelin.htm)
3. **DE LA FUENTE, L.** 1997. Sistemas de clasificación de suelo y Uso de suelos. (en línea). Brasilia, BR. Consultado 23 dic. 2007. Disponible en <http://www.monografías1trabajo6/elsu/elsu.shtml>.
4. **DURAND-DASTES, F.** 2004. Balance hídrico. Hypergeo (en línea). Francia, FR. Consultado el 7 may. 2008. Disponible en <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article300>
5. **FAO** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelo. Roma-Italia. pp. 9,19,24.

6. **FUENTES, J.L.** 2003. Técnicas de Riego, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Cuarta Edición. Mundi – Prensa. Madrid – España. pp. 13, 43 – 67.
7. **GRANDA, S.** 2006. Interpretación Cropwat 4 Windows. (diapositiva). 14 Diapositivas (1,024 Kb), muda., Santo Domingo – Ecuador. diap. 1-2.
8. **HERAS, R.** 1981. Manual de ingeniería de regadíos. Dirección General de Obras Públicas. Primera edición. Madrid – España. pp. 434 – 435.
9. **HOLZAPFEL, H y MATTA, R.** 2000. Velocidad de infiltración. (en línea). Chillán. Consultado 15 nov. 2007. Disponible en <http://www.chillan.udec.cl/riego/cursos%20talleres/infiltración.com>
10. **HULL, W.** 1980. Manual de conservación de Suelos, Editorial Limusa S.A. Primera edición. México. pp. 33-34.
11. **HURTADO, G.** 2007. Disponibilidad hídrica en la capa agrícola del suelo (en línea). Colombia, CO. Consultado el 5 may. 2008. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/files/atlas/indice%20hidrico.htm>

12. **INAMHI.** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ec) 1964 – 2005.
Anuarios Meteorológicos. Ministerio de Recursos Naturales. Quito – Ecuador.
13. **IÑIGUEZ, M.** 2000. Manejo y conservación de suelos y aguas. Universidad de Machala. Primera edición. Loja-Ecuador, pp. 2 – 58, 71 – 82.
14. **LECLERCQ, P.** 1981. Utilización de la sonda de neutrones y del tensiómetro para medir la humedad del suelo. INERHI – Cooperación Técnica del Reino de Bélgica. Quito – Ecuador. pp. 45.
15. **LOPEZ, C. y Otros.** 2002. Técnico en Agricultura. Editorial Cultural S.A, Segunda Edición, Tomo 3, Madrid – España. pp. 130- 131.
16. **MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 1965. Manual de levantamiento de suelos. Trad. Del Soil Survey Manual USDA. Caracas – Venezuela. pp 646.
17. **MORGAN, R.** 1997. Erosión y Conservación del Suelo. Ediciones Mundi – Prensa. Editorial Aedos S.A. Madrid – España. pp. 76.
18. **MOYA, J.A.** 1998. Riego localizado y Fertirrigación. Ediciones Mundi – Prensa. Segunda Edición. Madrid – España. pp. 59

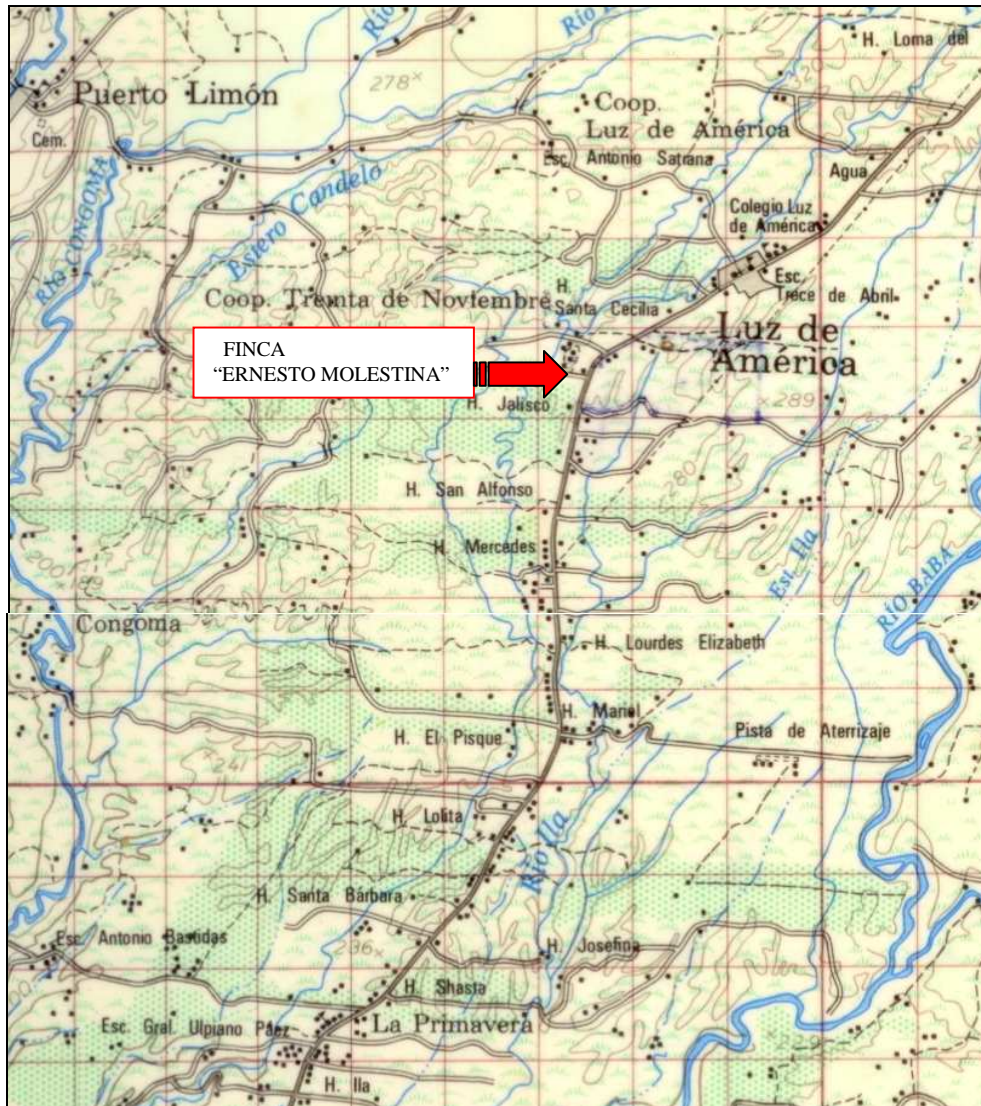
19. **PIZARRO, F.** 1987. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. Editorial Mundi – Prensa. Madrid – España. pp. 36 – 41.
20. **PLA, I.** 1999. Características y propiedades de los suelos pedregosos. En Suelos Pedregosos, R. López Falcón y F. Delgado Espinoza (eds). Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. Venezuela. pp. 33-39.
21. **PORTA, J. et al.** 1999. Edafología: Para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi – Prensa. Segunda Edición. Madrid – España. pp. 20- 22.
22. **PORTA, J. et al.** 2003. Edafología: Para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi – Prensa. Tercera Edición. Madrid – España. pp. 37, 645.
23. **PRITCHETT, W.** 1991. Suelos Forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. Editorial LIMUSA. Grupo Noriega Editores, México, D.F, México.
24. **SCHEUER, D.** 2006. Manejo del riego a presión. Programación y manejo del riego. [s. n.]. [s. l.]. pp. 253 – 258.
25. **SEOÁNEZ, M. et al** 1999. Contaminación del suelo: Estudios, tratamiento y gestión. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid – España. pp. 124 – 125.

26. **TRANGMAR, B.B., YOST, R.S., UEHARA, G.** 1985. Spatial dependence and interpolation of soil properties in West Sumatra, Indonesia: Anisotropic variation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, [s. n.]. [s. l.]. pp. 1391-1395.
27. **URBANO, P.** 1999. Tratado de Fitotécnia general. Editorial Mundi – Prensa, Segunda Edición. Barcelona - España, pp. 250 – 253.
28. **VALAREZO, C. et al.** 1998. Condiciones Físicas de los Suelos de la Región Sur del Ecuador. Guía para proyectos de riego, drenaje, manejo y conservación de suelos. Universidad Nacional de Loja. Gráficas Cosmos. Loja - Ecuador. pp. 47 – 48.
29. **VAN WESEMAEL, B., POESEN, J., KOSMAS, C., DANALATOS N., NACHTERGAELE J.** 1996. Evaporation from cultivated soils containing rock fragments. *J. Hydrology* 182 [s. n.]. [s. l.]. pp 65-82.
30. **WILD, A.** 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid - España. pp 395.

ANEXOS


CAPÍTULO VIII

ANEXO 1. Ubicación de la finca Ernesto Molestina.



Fuente: Mapa Vial del Ecuador.

ANEXO 2. Análisis de suelos, calicatas 1, 2, 3.

 <p>INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</p>	<p>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018</p>															
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																
<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Aguirre Tanya Sra. Dirección : Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Ernesto Molestina Provincia : Pichincha Cantón : Santo Domingo Parroquia : Luz de América Ubicación : km 28 Vía Santo Domingo-Queved</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : N° Reporte : 3224 Fecha de Muestreo : 20/08/2007 Fecha de Ingreso : 05/09/2007 Fecha de Salida : 17/09/2007</p>														
N° Muest. Laborat.	Datos del Lote															
	Identificación	Area	pH	ppm			meq/100ml			ppm						
				N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B		
44429	Calicata 1 Ho		4,9 MAc RC	23 B	5 B	0,31 M	7 M	0,9 B	6 B	6,0 M	3,4 M	223 A	2,4 B	0,58 A		
44430	Calicata 1 HA		5,2 Ac RC	9 B	1 B	0,17 B	5 M	0,8 B	5 B	1,7 B	5,0 A	183 A	1,0 B	0,14 B		
44431	Calicata 1 HB		5,4 Ac RC	4 B	1 B	0,10 B	2 B	0,5 B	4 B	0,6 B	6,9 A	66 A	0,9 B	0,13 B		
44432	Calicata 1 HB1		5,6 MeAc	4 B	2 B	0,12 B	3 B	0,5 B	7 B	1,1 B	8,1 A	69 A	1,0 B	0,16 B		
44433	Calicata 1 HB2		5,4 Ac RC	2 B	1 B	0,13 B	2 B	0,4 B	8 B	1,3 B	5,0 A	58 A	1,0 B	0,11 B		
44434	Calicata 2 HO		5,9 MeAc	23 B	4 B	1,16 A	5 M	1,0 B	13 M	3,8 M	4,0 M	197 A	2,5 B	0,32 M		
44435	Calicata 2 HA		5,4 Ac RC	10 B	1 B	0,16 B	5 M	0,9 B	7 B	3,1 M	3,3 M	192 A	1,5 B	0,09 B		
44436	Calicata 2 HA1		5,5 Ac RC	4 B	1 B	0,12 B	3 B	0,6 B	4 B	1,3 B	4,8 A	81 A	1,5 B	0,07 B		
44437	Calicata 2 HB		5,7 MeAc	2 B	1 B	0,13 B	2 B	0,5 B	6 B	0,4 B	6,9 A	56 A	0,9 B	0,05 B		
44438	Calicata 2 HB-B1		5,6 MeAc	2 B	1 B	0,10 B	2 B	0,5 B	13 M	0,9 B	5,5 A	58 A	0,9 B	0,07 B		
44439	Calicata 2 HB1		5,5 Ac RC	2 B	1 B	0,11 B	2 B	0,5 B	18 M	1,3 B	4,5 A	59 A	1,0 B	0,05 B		
44440	Calicata 3 HO		5,7 MeAc	8 B	1 B	0,64 A	13 A	1,7 M	8 B	3,3 M	1,7 M	59 A	1,0 B	1,32 A		
44441	Calicata 3 HA		5,9 MeAc	6 B	3 B	0,23 M	6 M	1,1 B	6 B	0,9 B	5,2 A	83 A	1,3 B	0,57 A		

<p style="text-align: center;">INTERPRETACION</p> <p style="text-align: center;">pH</p> <p>MAc = Muy Acido LAc = Liger. Acido LAl = Lige. Alcalino RC = Requiere Cal Ac = Acido PN = Prac. Neutro MeAl = Media. Alcalino MeAc = Media. Acido N = Neutro Al = Alcalino</p>	<p style="text-align: center;">Elementos: de N a B</p> <p>B = Bajo M = Medio A = Alto</p>
--	---

<p style="text-align: center;">METODOLOGIA USADA</p> <p>pH = Suelo: agua (1:2,5) N,P,B = Colorimetría S = Turbidimetría K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica</p>	<p style="text-align: center;">EXTRACTANTES</p> <p>Olsen Modificado N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn Fosfato de Calcio Monobásico B,S</p>
---	--

[Signature]

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 3. Análisis de suelos, calicata 3.

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Aguirre Tanya Sra.	Nombre	: Ernesto Molestina	Cultivo Actual	:
Dirección	:	Provincia	: Pichincha	N° Reporte	: 3224
Ciudad	: Santo Domingo	Cantón	: Santo Domingo	Fecha de Muestreo	: 20/08/2007
Teléfono	:	Parroquia	: Luz de América	Fecha de Ingreso	: 05/09/2007
Fax	:	Ubicación	: km 28 Vía Santo Domingo-Queved	Fecha de Salida	: 17/09/2007


N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
44442	Calicata 3 HA1		5,9 MeAc	2 B	1 B	0,31 M	2 B	0,5 B	5 B	0,5 B	6,4 A	62 A	1,3 B	0,11 B
44443	Calicata 3 HB		6,2 LAc	2 B	1 B	0,36 M	2 B	0,4 B	13 M	0,7 B	9,1 A	73 A	1,3 B	0,03 B
44444	Calicata 3 HB1		5,9 MeAc	2 B	2 B	0,28 M	1 B	0,4 B	17 M	0,6 B	5,0 A	57 A	1,3 B	0,03 B

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				Elementos: de N a B		pH	
M Ac = Muy Acido	L Ac = Liger. Acido	L Al = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
A c = Acido	P N = Prac. Neutro	M eAl = Media. Alcalino		M = Medio	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
M eAc = Media. Acido	N = Neutro	A l = Alcalino		A = Alto	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
					= Absorción atómica	B,S	

M. Rodríguez
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Firma]
 RESPONSABLE LABORATORIO

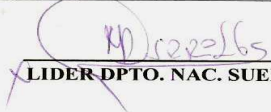
ANEXO 4. Análisis textural, calicata 1,2,3.


 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018												
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS													
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Aguirre Tanya Sra. Dirección : Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Ernesto Molestina Provincia : Pichincha Cantón : Santo Domingo Parroquia : Luz de América Ubicación : km 28 Vía Santo Domingo-Queved	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° de Reporte : 3224 Fecha de Muestreo : 20/08/2007 Fecha de Ingreso : 05/09/2007 Fecha de Salida : 17/09/2007											
N° Muest. Laborat.	meq/100ml AI+H AI Na	dS/m C.E.	(%) M.O.	Ca Mg K Ca+Mg	meq/100ml Σ Bases	(meq/l)½ RAS	ppm CI	Textura (%) Arena Limo Arcilla	Clase Textural				
44429			7,9 A	7,7	2,90	25,48	8,21			46	46	8	Franco
44430			5,2 A	6,2	4,71	34,12	5,97			48	48	4	Franco-Arenoso
44431			3,6 M	4,0	5,00	25,00	2,60			68	32		Franco-Arenoso
44432			4,3 M	6,0	4,17	29,17	3,62			70	30		Franco-Arenoso
44433			3,9 M	5,0	3,08	18,46	2,53			68	32		Franco-Arenoso
44434			7,3 A	5,0	0,86	5,17	7,16			42	50	8	Franco-Limoso
44435			6,2 A	5,5	5,63	36,88	6,06			40	54	6	Franco-Limoso
44436			3,4 M	5,0	5,00	30,00	3,72			48	46	6	Franco-Arenoso
44437			4,1 M	4,0	3,85	19,23	2,63			60	34	6	Franco-Arenoso
44438			3,8 M	4,0	5,00	25,00	2,60			60	36	4	Franco-Arenoso
44439			3,8 M	4,0	4,55	22,73	2,61			64	32	4	Franco-Arenoso
44440			10,5 A	7,6	2,66	22,97	15,34			52	38	10	Franco
44441			4,3 M	5,4	4,78	30,87	7,33			42	50	8	Franco-Limoso
44442			3,4 M	4,0	1,61	8,06	2,81			50	44	6	Franco-Arenoso

INTERPRETACION			
AI+H, AI y Na B = Bajo M = Medio T = Tóxico	C.E. NS = No Salino LS = Lig. Salino S = Salino MS = Muy Salino	M.O. y CI B = Bajo M = Medio A = Alto	

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Welkley Black AI+H = Titulación con NaOH


LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS


RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 5. Análisis textural calicata 3.

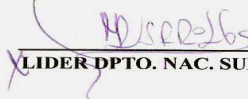
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Aguirre Tanya Sra. Dirección : Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :			DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Ernesto Molestina Provincia : Pichincha Cantón : Santo Domingo Parroquia : Luz de América Ubicación : km 28 Vía Santo Domingo-Queved			PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : N° de Reporte : 3224 Fecha de Muestreo : 20/08/2007 Fecha de Ingreso : 05/09/2007 Fecha de Salida : 17/09/2007		
---	--	--	---	--	--	--	--	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
44443					3,7 M	5,0	1,11	6,67	2,76			62	34	4	Franco-Arenoso
44444					3,4 M	2,5	1,43	5,00	1,68			52	40	8	Franco-Arenoso

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo M = Medio T = Tóxico	NS = No Salino LS = Lig. Salino	S = Salino MS = Muy Salino	B = Bajo M = Medio A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkey Black
Al+H	= Titulación con NaOH


 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS


 RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 6. Análisis de suelos de las calicata 1,2,3,4,5 - CE y Na.

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018
--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS


<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : Villaroel Fernando Sr. Dirección : Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : Granja Ernesto Molestina Provincia : Pichincha Cantón : Santo Domingo Parroquia : Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo Actual : N° de Reporte : 3512 Fecha de Muestreo : 04/12/2008 Fecha de Ingreso : 04/01/2008 Fecha de Salida : 14/01/2008
---	--	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	CI	Arena	Limo	Arcilla		
45657			0,13 B	0,41 NS		3,3	4,62	20,00	5,59							
45658			0,11 B	0,44 NS		5,0	3,53	21,18	3,88							
45659			0,10 B	0,55 NS		5,0	4,44	26,67	2,59							
45660			0,08 B	1,29 NS		5,0	4,44	26,67	2,57							
45661			0,08 B	0,42 NS		5,0	4,44	26,67	2,57							
45662						10,7	5,83	68,33	16,64							
45663						8,1	7,86	72,14	10,24							
45664						10,0	2,63	28,95	5,69							
45665						1,9	25,20	73,20	18,55							
45666						2,2	20,38	66,54	17,56							

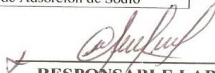
INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y CI
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Welkey Black
Al+H = Titulación con NaOH


 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS




 RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 7. Análisis de pH y macronutrientes en los suelos de la finca "Ernesto Molestina"



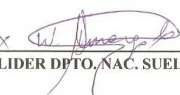
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Villaroel Fernando Sr.	Nombre	: Granja Ernesto Molestina	Cultivo Actual	:
Dirección	:	Provincia	: Pichincha	Nº Reporte	: 3512
Ciudad	: Santo Domingo	Cantón	: Santo Domingo	Fecha de Muestreo	: 04/12/2008
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 04/01/2008
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 14/01/2008

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm												
	Identificación	Area		N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B							
45657	Calicata 4 H O (Calicata 1 HO)		5,1	Ac	RC	10	B	3	B	0,26	M	4	B	1,2	B						
45658	Calicata 4 H A (Calicata 2 HO)		5,1	Ac	RC	6	B	1	B	0,17	B	3	B	0,6	B						
45659	Calicata 4 H B (Calicata 3 HO)		5,4	Ac	RC	4	B	1	B	0,09	B	2	B	0,4	B						
45660	Calicata 4 H B 1		5,3	Ac	RC	5	B	2	B	0,09	B	2	B	0,4	B						
45661	Calicata 4 H B 2		5,3	Ac	RC	5	B	1	B	0,09	B	2	B	0,4	B						
45662	Calicata 5 H O		5,7	MeAc		11	B	1	B	0,24	M	15	A	1,4	B						
45663	Calicata 5 H A		6,0	MeAc		7	B	1	B	0,14	B	9	A	1,1	B						
45664	Calicata 5 H A I		6,1	LAc		3	B	2	B	0,19	M	5	M	0,5	B						
45665	Calicata 5 H B		4,9	MeAc	RC	6	B	4	B	0,25	M	12	A	6,3	A						
45666	Calicata 5 H B I		5,6	MeAc		6	B	7	B	0,26	M	12	A	5,3	A						

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino	B = Bajo	S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico		
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino	M = Medio	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S		
			A = Alto				

X 
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS




 RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 8. Análisis de suelo, calicata 4.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
SERVICIO ECUATORIANO DE SANIDAD AGROPECUARIA

Vía Interoceánica Km. 14 Granja del MAG Tumbaco Teléfonos: 2 372-844 Telefax: 2 372-845

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS

Remitente: Ingeniero. Fernando Villarroel.

Localización: PICHNCHA-STO DNMG-LUZ AMERICA

Fecha de ingreso al Laboratorio Tumbaco, Septiembre 13 de 2007.

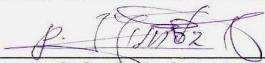
Fecha de informe: Septiembre 21 de 2007.

# de Laboratorio	# de Campo	pH	M. O.	N Total	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Clase Textural
			%	%	PPM	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	PPM	PPM	PPM	PPM	
2535	Calicata 4 H A	5.90	3.74	0.19	2.8	0.51	3.25	0.90	57.7	3	8.1	2.2	Fo Ac Arn.
2536	Calicata 4 H B	6.24	2.90	0.14	2	0.40	2.95	0.49	58.6	2.6	8	1.3	Fco Arenoso.
2537	Calicata 4 H B 1	6.20	2.83	0.14	2.2	0.35	2.75	0.49	69.6	2.5	9.1	1.5	" "
2538	Calicata 4 H B 2	6.29	2.52	0.13	3.2	0.71	5.85	0.82	56.4	2.2	4.7	1.8	" "
2539	Calicata 4 H O	5.99	6.30	0.31	7.2	1.02	5.85	1.73	45	4	7.1	3.5	Franco.

pH	
Acido	5.5
Ligeramente Acido	5.6-6.4
Practicamente Neutro	6.5-7.5
Ligeramente Alcalino	7.6-8.0
Alcalino	8.1

INTERPRETACION DE NIVELES DE CONTENIDO (Sierra)

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
Mat. Org.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	
%	%	PPM	CMOL/KG	CMOL/KG	CMOL/KG	PPM	PPM	PPM	PPM	
<1.0	0-0.15	0-10	<0.2	<1	<0.33	0-20	0-5	0-1	0-3	Bajo
1.0-2.0	0.16-0.3	11-20	0.2-0.38	1.0-3.0	0.34-0.66	21-40	6-15	1.1-4	3.1-6	Medio
>2.0	>0.31	>21	>0.4	>3.0	>0.66	>41	>16	>4.1	>6.1	Alto


 Jefe de Laboratorio

ANEXO 9. Análisis de suelos, calicata 5.



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
SERVICIO ECUATORIANO DE SANIDAD AGROPECUARIA

Vía Interoceánica Km. 14 Granja del MAG Tumbaco Teléfonos: 2 372-844 Telefax: 2 372-845

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS

Remitente: Ingeniero. Fernando Villarroel.

Localización: ICHINCHA-STO DMNG-LUZ AMERICA

Fecha de ingreso al Laboratorio Tumbaco, Septiembre 13 de 2007.

Fecha de informe: Septiembre 21 de 2007.

# de Laboratorio	# de Campo	pH	M. O.	N Total	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Clase Textural
			%	%	PPM	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	PPM	PPM	PPM	PPM	
2546	Calicata 5 H A	6.78	4.21	0.21	1	0.45	8.95	1.15	38.8	2.2	5.4	1.5	Fco Arenoso
2547	Calicata 5 H A 1	6.79	2.80	0.14	1.2	0.51	6.85	0.74	53.5	2	10	1.7	" "
2548	Calicata 5 H B	6.78	2.60	0.13	1.2	0.40	5.55	0.58	44	1.6	6.2	2	" "
2549	Calicata 5 H B 1	6.85	2.09	0.10	2.2	0.56	6.65	0.66	46.3	1.6	5.3	1.2	" "
2550	Calicata 5 H O	6.49	14.05 C%=8.15	0.70	2	0.56	18.35	1.73	30	2.8	2.8	5.6	Orgánica.


pH	
Acido	5.5
Ligeramente Acido	5.6-6.4
Practicamente Neutro	6.5-7.5
Ligeramente Alcalino	7.6-8.0
Alcalino	8.1

INTERPRETACION DE NIVELES DE CONTENIDO (Sierra)


M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	
Mat. Org.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	
%	%	PPM	CMOL/KG	CMOL/KG	CMOL/KG	PPM	PPM	PPM	PPM	
<1.0	0-0.15	0-10	<0.2	<1	<0.33	0-20	0-5	0-1	0-3	Bajo
1.0-2.0	0.16-0.3	11-20	0.2-0.38	1.0-3.0	0.34-0.66	21-40	6-15	1.1-4	3.1-6	Medio
>2.0	>0.31	>21	>0.4	>3.0	>0.66	>41	>16	>4.1	>6.1	Alto

Jefe de Laboratorio

ANEXO 10. Análisis de suelos, calicatas 1, 2, 3. CC y PMP.



Ministerio de Agricultura y Ganadería



SENASA
EQUADOR

RESULTADOS DEL ANALISIS FISICOS DE SUELOS.

PROPIETARIO: Señorita. Tania Aguirre.
 LOCALIZACION: PICHINCHA-SANTO DOMINGO-PUERTO LIMON.
 FECHA DE INGRESO: Tumbaco, Agosto 31 de 2007.
 FECHA DE INFORME: Tumbaco, Septiembre 12 de 2007.

# LAB.	# CAMPO.	HUMEDAD EQUIVALENTE %	CAPACIDAD DE CAMPO %	PUNTO DE MARCHITEZ %	AGUA APROVECHABLE %
2477	Calicata 2 (H - 0)	41.39	24.35	17.04	
2478	" 2 (H - A)	40.48	23.79	16.69	
2479	" 2 (H A 1)	37.08	21.65	15.43	
2480	" 2 (H B)	55.70	33.37	22.33	
2481	" 3 (H O)	54.18	32.39	21.79	
2482	" 3 (H A)	42.03	24.76	17.27	
2483	" 3 (H A 1)	42.52	25.07	17.45	
2484	" 3 (H B)	53.18	31.77	21.41	
2485	" 1 (H O)	47.99	28.50	19.49	
2486	" 1 (H A)	42.56	25.10	17.46	
2487	" 1 (H B)	43.20	25.49	17.71	
2488	" 1 (H B 1)	49.53	29.47	20.06	


Tumbaco, Septiembre 12 de 2007.

RECIBIDO

FECHA: 13-09-07

Recaudación: 7.000.000.000

Laboratorio SENASA - Tumbaco



ANEXO 11. Análisis de suelos, calicatas 4,5. CC y PMP.



Ministerio de Agricultura y Ganadería



RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO

REMITENTE: Ingeniero. Fernando Villarroel.

FECHA DE INGRESO AL LABORATORIO: Tumbaco, Septiembre 13 de 2007,

LOCALIZACION: PICHINCHA - SANTO DOMINGO - LUZ DE AMERICA.

FECHA DE INFORME DEL LABORATORIO: Tumbaco, Septiembre 21 de 2007.

# LAB.	# CAMPO	RETENCION DE HUMEDAD	
		1/3 Atm. Capac. campo	15 Atm. Punto de marchites
2540	Calicata 4 (H A)	73.48	44.57
2541	" 4 (H B)	46.86	27.80
2542	" 4 (H O)	46.51	27.58
2543	Calicata 5 (H A)	44.42	26.27
2544	" 5 (H A 1)	51.62	30.79
2545	" 5 (H O)	65.70	39.63

Tumbaco, Septiembre 21 de 2007.

ANEXO 12. Análisis microbiológico, del Estero N°1. (Río Salgana)



Datos del cliente	Referencia
Solicitante: Tania Aguirre	Fecha toma de muestra: 20 de agosto / 07
Identificación: Agua de Estero N° 1	Fecha de entrega: 31 de agosto / 07
Responsable muestreo: Tania Aguirre	Número de muestra: 126

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETRO DE IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE NORMA INEN AGUA POTABLE
pH	-		
CONDUCTIVIDAD	ds/m		
ALCALINIDAD (CaCO ₃)	mg/litro		
HIERRO (Fe ⁺⁺⁺)	mg /litro		
Ca ⁺⁺)	mg /litro		
MAGNESIO (Mg ⁺⁺)	mg/litro		
SULFATOS (SO ₄ ⁻)	mg/litro		
CLORUROS (CL ⁻)	mg/litro		
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/litro		
DUREZA DEL CALCIO (CaCO ₃)	mg/litro		
FOSFATOS (PO ₄ ⁻)	mg/litro		
AMONIOS (NH ₄ ⁺)	mg/litro		
ZINC (Zn)	mg/litro		
COBRE (Cu)	mg /litro		
MANGANESO (Mn)	mg /litro		
SÓLIDOS TOTALES D. (S.T)	mg /litro		

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
PARÁMETRO DE IDENTIFICACIÓN	METODOLOGÍA	RESULTADOS	REQUISITOS INEN NORMA 1108 AGUA POTABLE
Recuento de Enterobacterias totales (colonias / ml)	35 +/- 1°C 48-72 horas	150	ausencia
Recuento de estreptococcus fecales (colonias / ml)	35 +/- 1°C 24-48 horas	9	ausencia
Recuento de mohos y levaduras (colonias / ml)	36 +/- 1°C 24-48 horas	10	ausencia
Recuento de esporas sulfito reductores	35 +/- 1°C 24-48 horas		ausencia
Investigación de E. coli NMP/100cc	44,5 +/- 0,5°C 24-48 horas		ausencia

Atentamente,

Dra. María Martínez
Dra. María Martínez
ANALISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

ANEXO 13. Análisis físico-químico del agua del Estero N°2 (S/N).



Datos del cliente		Referencia	
Solicitante:	Tania Aguirre	Fecha toma de muestra:	20 de agosto / 07
Identificación:	Agua de Estero N° 2	Fecha de entrega:	31 de agosto / 07
Responsable muestreo:	Tania Aguirre	Número de muestra:	127

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO			
PARÁMETRO DE IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE NORMA INEN AGUA POTABLE
pH	-		
CONDUCTIVIDAD	ds/m		
ALCALINIDAD (CaCO ₃)	mg/litro		
HIERRO (Fe ⁺⁺⁺)	mg /litro		
Ca ⁺⁺)	mg /litro		
MAGNESIO (Mg ⁺⁺)	mg/litro		
SULFATOS (SO ₄ ⁻)	mg/litro		
CLORUROS (CL ⁻)	mg/litro		
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/litro		
DUREZA DEL CALCIO (CaCO ₃)	mg/litro		
FOSFATOS (PO ₄ ⁻)	mg/litro		
AMONIOS (NH ₄ ⁺)	mg/litro		
ZINC (Zn)	mg/litro		
COBRE (Cu)	mg /litro		
MANGANESO (Mn)	mg /litro		
SÓLIDOS TOTALES D. (S.T)	mg /litro		

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
PARÁMETRO DE IDENTIFICACIÓN	METODOLOGÍA	RESULTADOS	REQUISITOS INEN NORMA 1108 AGUA POTABLE
Recuento de Enterobacterias totales (colonias / ml)	35 +/- 1°C 48-72 horas	200	ausencia
Recuento de estreptococcus fecales (colonias / ml)	35 +/- 1°C 24-48 horas	21	ausencia
Recuento de mohos y levaduras (colonias / ml)	36 +/- 1°C 24-48 horas	19	ausencia
Recuento de esporas sulfito reductores	35 +/- 1°C 24-48 horas		ausencia
Investigación de E. coli NMP/100cc	44,5 +/- 0,5°C 24-48 horas		ausencia

Atentamente,


Dra. María Martínez
ANALISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

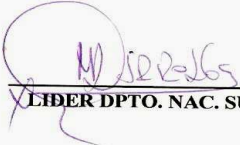
M&J


ANEXO 14. Análisis de aguas físico – químico del Estero N°1 y N°2.

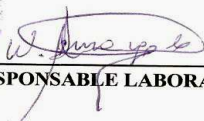
 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018																
REPORTE DE ANALISIS DE AGUAS																	
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Aguirre Tania Sra. Dirección : Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Ernesto Molestina Provincia : Pichincha Cantón : Santo Domingo Parroquia : Luz de América Ubicación : km 28 Vía Sto. Domingo Quevedo	PARA USO DEL LABORATORIO N° de Reporte : 3224 Fecha de muestreo : 05/09/2007 Fecha de Ingreso : 05/09/2007 Fecha de Salida : 14/09/2007															
N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	dS/m CE	mg/l TSD	mg/l											pH	(meq/l)½ RAS	mg/l Dureza
				Ca	Mg	Na	K	CO₃	HCO₃	Cl	SO₄	NO₃	Fe	B			
220	Muestra Estero 1	0,1 N	200,0 N	8,0 N	3,1 N	6,2 N	3,1 N	0,0 N	12,2 N	14,0 N	19,2 N	0,0 N	0,41 R	0,03 N	7,2 R	0,47 N	32 B
221	Muestra Estero 2	0,1 N	200,0 N	9,0 N	5,6 N	11,5 N	3,5 N	0,0 N	9,8 N	35,0 N	16,3 N	0,0 N	0,89 R	0,04 N	7,0 N	0,74 N	45 B

INTERPRETACION		Unidades	
N = Normal (Sin Restricciones en el uso)	Para Dureza:	dS/m = deciSiemens/metro	(meq/l)½ = raíz cuadrada de miliequivalentes/litro
R = Puede Causar Restricciones en el uso	B = Blanda	mg/l = miligramos/litro = ppm	ppm = partes por millón
S = pH<4.5 ó pH>8 Severa Restricción en el uso	MoD = Moderadamente Dura	meq/l = miliequivalentes/litro	meq/l = miliequivalentes/litro
	MD = Muy Dura		

OBSERVACIONES: Cl. Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad. S1. Agua con bajo contenido en Na. Sin embargo, pueden presentarse problemas.


LÍDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS




RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO 15. Resumen de los factores adicionales transitorios para definir la clase del suelo.

PERFIL	PENDIENTE			EROSIÓN			PROFUNDIDAD EFECTIVA			TEXTURA			PERMEABILIDAD			Calif. Total	Clase Agrológica.
	%	Grado	Calif.	Nomin.	Grado	Calif.	Nomin.	Grado	Calif.	Textura.	Grado	Calif.	Nomin.	Grado	Calif.		
1	0	a	12	Ninguna	a	8	Muy profundo	b	5	Fco. Ar.	e	20	Mod. Lenta	c	6	51	III
2	0,75	a	12	Ninguna	a	8	Profundo	c	6	Fco. Lim	d	7	Moderada	d	7	40	II
3	0,95	a	12	Ninguna	a	8	Muy profundo	b	5	Fco. Lim.	d	7	Moderada	d	7	39	II
4	16	b	15	Ninguna	a	8	Muy Profundo	c	6	Fco. Ar.	e	20	Moderada	d	7	56	IV
5	12,9	b	15	Ninguna	a	8	Profundo	b	5	Fco. Ar.	e	20	Rápida	e	20	68	IV

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 16. Resumen de la información general acerca del suelo.

Número de perfil	Profundidad efectiva del suelo (cm)	Drenaje	Permeabilidad (cm/hora)	Escorrentía	Evidencia de erosión	Presencia de sales o álcalis	Influencia humana
1	Clase 3, Profundo. (75)	Clase 3: Moderadamente bien drenado.	Clase 3, Moderadamente lenta (1,098)	Clase 4, Moderadamente lento	Ninguna, No afecta	NS	Ninguna
2	Clase 3, Profundo (68)	Clase 3, Moderadamente bien drenado.	Clase 4, Moderada. (3,838)	Clase 4, Moderadamente lento.	Ninguna, No afecta	NS	Vasija de barro.
3	Clase 3, Profundo (76)	Clase 3, Moderadamente bien drenado	Clase 4, Moderada (2,802)	Clase 4, Moderadamente lento	Ninguna, No afecta	NS	Ninguna
4	Clase 3, Profundo (62)	Clase 4, Bien drenado.	Clase 4, Moderada (5,622)	Clase 4, Moderadamente lento	Ninguna, No afecta	NS	Ninguna
5	Clase 4, Muy Profundo (96)	Clase 4, Bien drenado.	Clase 5, Moderadamente rápida (8,491)	Clase 4, Moderadamente lento	Ninguna, No afecta	NS	Ninguna

Elaborado por: Los Autores

ANEXO 17. Resumen de subclases y unidades de capacidad de uso.

Número de perfil	Categoría de clasificación	Clase de capacidad de uso	Subclases de capacidad de uso	Unidades de capacidad de uso
1	III	Suelos adecuados para cultivos	sd	s 2 s 4 d 1
2	II	Suelos adecuados para cultivos	s	s 4
3	II	Suelos adecuados para cultivos	s	s 4
4	IV	Suelos adecuados para cultivos	s	s 2 s 4
5	IV	Suelos adecuados para cultivos	sd	s 2 s 4 d 1

Elaborado por: Los Autores.

Limitaciones	Símbolo	Descripción
Erosión	e	Pendiente 1 - Erosión sufrida 2
Suelo	s	Profundidad efectiva 1 - Textura 2 - Pedregosidad 3 - Fertilidad 4 - Salinidad 6
Drenaje	d	Drenaje 1 - Inundación 2
Clima	c	Zona de vida 1 - Período seco 2 - Neblina 3 - Viento 4

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 18. Prueba de velocidad de infiltración – Sitio N° 1.**Datos de campo.**

Tiempo cronómetro	Tiempo (min)	Tiempo Acum. (mm)	Recarga (mm)	Lectura de la cinta (mm)	Infiltración (mm)
0:00:00	0	0		125	0
0:01:00	1	1		108	17
0:02:00	1	2		104	4
0:03:00	1	3		101	3
0:04:00	1	4		98	3
0:05:00	1	5		95	3
0:10:00	5	10		87	8
0:15:00	5	15		82	5
0:20:00	5	20		76	6
0:25:00	5	25		74	2
0:30:00	5	30		69	5
0:40:00	10	40		63	6
0:50:00	10	50		59	4
1:00:00	10	60	138	132	6
1:15:00	15	75		121	11
1:30:00	15	90		114	7
1:45:00	15	105		107	7
2:00:00	15	120		100	7
2:20:00	20	140		91	9
2:40:00	20	160		80	11
3:00:00	20	180		72	8
3:20:00	20	200		65	7
3:45:00	25	225		56	9
4:10:00	25	250	135	126	9

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 19. Prueba de velocidad de infiltración – Sitio N° 2.**Datos de campo.**

Tiempo Cronómetro	Tiempo min.	Tiempo. Acum. min.	Recarga (mm)	Lectura (mm)	Infiltración (mm)
0:00:00	0	0		142	0
0:01:00	1	1		133	9
0:02:00	1	2		128	5
0:03:00	1	3		124	4
0:04:00	1	4		120	4
0:05:00	1	5		117	3
0:10:00	5	10		108	9
0:15:00	5	15		101	7
0:20:00	5	20		93	8
0:25:00	5	25		86	7
0:30:00	5	30		80	6
0:40:00	10	40		68	12
0:50:00	10	50		54	14
1:00:00	10	60	145	132	13
1:15:00	15	75		118	14
1:30:00	15	90		102	16
1:45:00	15	105		85	17
2:00:00	15	120		70	15
2:20:00	20	140		52	18
2:40:00	20	160	146	125	21
3:00:00	20	180		102	23
3:20:00	20	200		82	20
3:45:00	25	225		66	16
4:10:00	25	250	123	108	15

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 20. Prueba de velocidad de infiltración – Sitio N° 3.**Datos de campo.**

Tiempo Cronómetro	Tiempo min.	Tiempo. Acum. min.	Recarga (mm)	Lectura (mm)	Infiltración (mm)
0:00:00	0	0		148	0
0:01:00	1	1		130	18
0:02:00	1	2		119	11
0:03:00	1	3		110	9
0:04:00	1	4		105	5
0:05:00	1	5		97	8
0:10:00	5	10		92	5
0:15:00	5	15		88	4
0:20:00	5	20		82	6
0:25:00	5	25		77	5
0:30:00	5	30		71	6
0:40:00	10	40		53	18
0:50:00	10	50	145	124	21
1:00:00	10	60		108	16
1:15:00	15	75		92	16
1:30:00	15	90		75	17
1:45:00	15	105		60	15
2:00:00	15	120	125	106	19
2:20:00	20	140		87	19
2:40:00	20	160		71	16
3:00:00	20	180		54	17
3:20:00	20	200	134	116	18
3:45:00	25	225		100	16
4:10:00	25	250		85	15

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 21. Prueba de velocidad de infiltración – Sitio N° 4.**Datos de campo.**

Tiempo Cronómetro	Tiempo min.	Tiempo. Acum. min.	Recarga (mm)	Lectura (mm)	Infiltración (mm)
0:00:00	0	0		113	0
0:01:00	1	1		102	11
0:02:00	1	2		95	7
0:03:00	1	3		93	2
0:04:00	1	4		90	3
0:05:00	1	5		88	2
0:10:00	5	10		78	10
0:15:00	5	15		66	12
0:20:00	5	20		60	6
0:25:00	5	25		52	8
0:30:00	5	30		45	7
0:40:00	10	40	132	109	23
0:50:00	10	50		90	19
1:00:00	10	60		74	16
1:15:00	15	75		55	19
1:30:00	15	90		34	21
1:45:00	15	105	135	104	31
2:00:00	15	120		88	16
2:20:00	20	140		56	32
2:40:00	20	160	135	101	34
3:00:00	20	180		86	15
3:20:00	20	200		54	32
3:45:00	25	225	111	84	27
4:10:00	25	250		52	32

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 22. Prueba de velocidad de infiltración – Sitio N° 5.**Datos de campo.**

Tiempo Cronómetro	Tiempo min.	Tiempo. Acum. min.	Recarga (mm)	Lectura (mm)	Infiltración (mm)
0:00:00	0	0		140	0
0:01:00	1	1		130	10
0:02:00	1	2		124	6
0:03:00	1	3		121	3
0:04:00	1	4		119	2
0:05:00	1	5		116	3
0:10:00	5	10		105	11
0:15:00	5	15		93	12
0:20:00	5	20		82	11
0:25:00	5	25		70	12
0:30:00	5	30		60	10
0:40:00	10	40		41	19
0:50:00	10	50	150	126	24
1:00:00	10	60		101	25
1:15:00	15	75		80	21
1:30:00	15	90		41	39
1:45:00	15	105	150	115	35
2:00:00	15	120		87	28
2:20:00	20	140		53	34
2:40:00	20	160	150	108	42
3:00:00	20	180		72	36
3:20:00	20	200		40	32
3:45:00	25	225	115	96	19
4:10:00	25	250		53	43

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 23. Criterios y calidad de agua para uso agrícola y riego.

ART.20.- Los criterios de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola son los siguientes:

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Niquel	Ni	mg/l	0,2
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Bacterias coliformes	NMP/100 cm ³	Coli. total	1000
Huevos de parásitos			Ausencia
Aceites, grasas	Película Visible		Ausencia
Materia flotante			Ausencia

Además de los criterios indicados, se utilizarán también las siguientes guías para la interpretación de la calidad del agua para riego:

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN		
		NINGUNO	LIGERO-MODERADO	SEVERO
Salinidad: (1)				
CE (2)	milimhos/cm	0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
SDT (3)	mg/l	450	450 - 2000	>2000
Infiltración (4)				
RAS = 0 - 3 y CE =		0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
= 3 - 6 =		1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
= 6 - 12 =		1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
= 12 - 20 =		2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
= 20 - 40 =		5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
Toxicidad por ión específico (5)				
Sodio				
Irrigación superficial	RAS (6)	3.0	3 - 9	> 9
Aspersión	meq/l	3.0	3	
Cloruros				
Irrigación superficial	meq/l	4.0	4 - 10	> 10
Aspersión	meq/l	< 3.0	> 3.0	

Efectos misceláneos (7)				
. Nitrógeno (N-NO ₃)	mg/l	5.0	5 - 30	> 30
. Bicarbonato (HCO ₃) (sólo aspersión)	meq/l	1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
. pH			Rango normal 6.5 - 8.4	

- (1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos
 (2) Conductividad eléctrica del agua de riego
 (1 milimhos/cm = 1000 micromhos/cm)
 (3) Sólidos disueltos totales
 (4) Afecta a la tasa de infiltración del agua en el suelo.
 (5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos
 (6) RAS, relación de absorción de sodio ajustada
 (7) Afecta a los cultivos susceptibles

ART.21.- Las aguas destinadas a uso pecuario tendrán los siguientes criterios de calidad:

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,2
Boro	B	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	25,0
Cobre	Cu	mg/l	0,5
Cromo	Cr ⁺⁶	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,01
Nitratos + Nitritos	N	mg/l	10,0
Nitritos	N-nitritos	mg/l	1,0
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Sólidos disueltos totales	SDT	mg/l	3000,00

ART.22.- Los criterios de calidad para aguas destinadas a fines recreativos, mediante contacto primario son:

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes	NMP/100 cm ³	Coli.Fecal Coli.Total	200 1000
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	80% concentración de saturación y no menor a 6 mg/l
Potencial de Hidrógeno	pH		6,5-8,5
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Película visible		Ausencia
Residuos flotantes			Ausencia

Relación Nitrógeno-Fósforo Orgánico

15: 1

La visibilidad al disco Secchi será de por lo menos 2 m de profundidad * Siempre y cuando no se refiera a piscinas.

ART.23.- Los criterios de calidad admisibles para aguas utilizadas con fines recreativos, mediante contacto secundario, son:

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Bacterias Coliformes	NMP/100cm ³	Coli.Total	4000
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	80% concen- tración de saturación
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de me- tileno.	mg/l	0,5
Grasas y aceites	Película visible		Ausencia
Materia Flotante			Ausencia

ART.24.- Las aguas que sean utilizadas para uso estético tendrán los siguientes criterios de calidad admisibles:

- Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de la actividad humana;
- Ausencia de grasas y aceites que formen película visible;
- Ausencia de sustancias productoras de color, olor, sabor y turbiedad objetables;
- Sustancias y condiciones o combinaciones en concentraciones que produzcan vida acuática indeseable; y,
- El oxígeno disuelto será el 60% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l.

ART.25.- Los criterios de calidad admisibles para la preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas y estuarinas, son los siguientes:

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDADES	VALOR MAXIMO PERMISIBLE		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y estuarina
Clorofe- nolés	Clorofenol	mg/l	0,5	0,5	0,5

ANEXO 24. Datos de temperatura mínima (°C) – temperatura del aire a la sombra de la Estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM.
1964	18,7	19,0	19,1	19,0	17,8	16,4	15,0	14,6	15,5	14,8	16,9	15,8	16,9
1965	16,8	16,5	18,0	17,9	17,4	16,7	15,5	15,0	16,7	15,8	15,2	17,1	16,6
1973						20,2	18,1	17,5	19,1	18,1	17,7	18,1	18,4
1975	19,4	20,0	19,0	20,4	20,3	19,9	18,0	17,8	18,6	18,2	17,0	17,2	18,8
1976	19,4	19,0	18,0	20,6	20,7	18,8	18,6	18,0	19,0	15,1	19,1	19,8	18,8
1977	19,2	19,0	19,0	19,0	18,2	16,6	14,1	15,3	18,2	18,8	16,0	19,1	17,7
1978	20,3	20,7	19,4	19,4	19,6	18,0	16,5	16,5	18,0	17,2	19,1	19,6	18,7
1979	19,6	19,6	18,9	18,4	19,7	19,7	17,5			18,8	16,9	18,4	18,8
1980			19,6	20,1	20,1	18,9	17,9	17,9	17,1	19,0	16,9	20,1	18,8
1981									18,7	17,7	18,4	18,7	18,3
1990	20,0		20,2	19,2	19,4	19,4	18,0	17,2	16,0	16,2	16,4	16,4	18,0
1991	17,7	20,4	21,0	21,0	20,5	18,5	18,8	17,8	17,2	19,0	19,2	20,2	19,3
1992	21,1	20,0	20,4	21,4	20,9	19,8	16,0	17,9	18,5	19,4	18,1	15,7	19,1
1993	18,5	20,0	19,0	20,6	21,0	19,2	19,2	15,6	18,8	19,0	18,0	20,1	19,1
1994	20,4	19,0	19,7	25,0	19,6	19,5	17,4	17,1	18,6	17,6	18,4	20,0	19,4
1995	19,0	20,0	20,0	20,0	20,9	20,0	19,0	19,2	19,0	19,0	20,0	19,0	19,6
1996	20,0	20,0	20,5	19,6	18,8	19,1	16,4	18,5	17,5	17,9	16,6	19,2	18,7
1997	20,0	20,1	22,0	20,0	21,1	20,0	21,5	21,6		21,5	21,0		20,9
1998						20,7	20,1	20		18,8	20,2	18,0	19,6
1999	20,0	21,0	20,5	20,7	20,6	18,8	18,6	18,9	19,9	19,4	19,6	19,0	19,8
2000	19,4	20,0	20,0	20,6	19,6	19,9	17,9	18,0	18,7	19,4	17,0	20,0	19,2
2001		20,4			20,2		18,5	18,0	18,6	18,1	18,5	20,0	19,0
2002		21,4			21,5	19,0	18,6	16,8	20,0		19,6	21,2	19,8
2003	20,2	20,8	21,4		21,4	19,5	18,6	18,5	18,0	19,5	20,1	18,7	19,7
2004	20,0	20,4	21,8	20,5	19,7	19,4	19,5	17,8	19,4	19,0	19,6	20,1	19,8
2005	20,4				20,4	19,5	18,2	19,2	19,2	19,2	14,6	19,8	18,9
PROM.	19,5	19,9	19,9	20,2	19,9	19,1	17,9	17,7	18,3	18,3	18,1	18,9	

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 25. Datos de temperatura máxima (°C) – temperatura del aire a la sombra de la Estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROM.
1964	32,5	32,2	31,8	31,4	30,6	28,8	28,4	30,1	31,0	31,2	31,4	31,6	30,9
1965	32,2	32,2	31,4	32,0	32,0	31,8	30,2	31,8	31,1	29,5	30,0	32,7	31,4
1973						31,7	30,9	31,6	33,1	29,8	31,0	31,2	31,3
1975	34,0	31,9	33,0	33,0	31,0	32,2	30,8	31,2	31,5	33,2	33,2	33,4	32,4
1976	31,6	33,1	34,1	33,2	33,6	34,2	31,8	31,1	32,6	32,3	33,8	33,0	32,9
1977	32,7	33,4	33,0	33,5	32,8	31,0	29,8	31,2	32,4	31,8	32,2	33,3	32,3
1978	32,1	33,0	33,3	33,4	33,1	31,3	30,5	32,2	32,8	31,6	31,6	32,6	32,3
1979	32,8	32,2	32,2	32,8	32,3	31,0	30,3					33,1	32,1
1980			33,3	33,3	32,0	31,0	30,6	32,9	33,4	31,2	31,6	31,4	32,1
1981				32,4					33,4	33,6	34,0	33,5	33,4
1990	32,7		33,5	34,0	33,2	30,6	31,6	30,2		31,8	31,6	33,0	32,2
1991	33,2	33,0	33,0	32,6	32,6	31,0	29,7	29,5	33,0	31,6	32,0	30,7	31,8
1992	32,0	32,6	33,0	32,5	31,6	31,5	30,0	30,2	31,2	30,0	31,8	32,5	31,6
1993	30,1	30,6	32,4	32,3	32,0	32,0	29,7	32,0	32,5	30,6	32,0	32,0	31,5
1994	31,1	31,3	31,7	31,7	31,0	31,0	30,4	30,5	32,9	33,2	33,0	31,0	31,6
1995	31,5	32,3	33,0	32,6	32,3	31,0	31,5	30,9	31,2	30,6	31,7	32,1	31,7
1996	31,6	31,5	32,5	31,6	31,5	29,7	31,7	33,3	32,6	32,7	33,4	33,0	32,1
1997	32,0	32,3	33,2	32,5	32,0	32,0	31,5	32,0	32,4	31,6			32,2
1998		34,0	34,2	33,6	34,3	32,1	32,3	32,1	32,3	31,9	32,9	31,0	32,8
1999	32,6	31,8	32,0	31,7	31,5	29,6	29,3	30,6	31,2	29,6	33,2	31,5	31,2
2000	31,4	32,4	32,9	32,5	30,8	30,3	30,5	32,6	32,6	31,0	33,2	33,4	32,0
2001	32,0	31,5	33,5	33,0	32,3	31,0	32,1	31,8	34,0		33,0	32,7	32,4
2002	33,8	33,0	33,4	33,0		32,0	32,1		32,8	30,5	32,4	32,0	32,5
2003	32,6	32,5	33,6	32,6	32,1	31,5	29,5	31,6	32,9	32,0	31,3	32,1	32,0
2004	33,4		33,7	32,4	32,0	30,3	31,1	33,2	31,3	32,4	33,0	34,4	32,5
2005	33,1	32,3	32,4	33,2	31,9	32,4	31,3	31,8	32,6	31,4		31,9	32,2
PROM.	32,3	32,3	32,9	32,7	32,1	31,2	30,7	31,5	32,4	31,5	32,3	32,4	

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 26. Datos de humedad relativa (%) de la estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	PROM
1964	90	90	90	89	89	91	91	90	89	90	90	88	1077	90
1965	87	88	89	88	88	88	88	88	89	90	90	88	1061	88
1973		87	85	86	88	89	88	88	89	91	88	88	967	88
1975	93	92	92	90	91	93	96	96	96	98	96	94	1127	94
1976	94	91	91	93	92	92	91	92	91	88	88	86	1089	91
1977	89	86	89	88	85	89	90	86	86	88	85	86	1047	87
1978	89	89	86	89	87	87	88	86	86	85	85	85	1042	87
1979	88	86	84	87	88	90	88			92	91	87	881	88
1980			87	87	89	90	87	87	86	87	88	87	875	88
1981				86					92	92	91	90	451	90
1990	92		91	93	93	94	95	94		91	89	93	925	93
1991	93					92	92	91	89	88	87	90	722	90
1992	89	88	88	89	90	91	90	89	90	89	88	85	1066	89
1993	87	89	86	88	88	88	89	86	86	88	88	87	1050	88
1994	89	88	88	88	90	90	89	89	84	83	83	87	1048	87
1995	88	87	85	87	89	90	91	90	87	88	89	85	1056	88
1996	89	88	87	89	88	91	88	86	83	82	82	83	1036	86
1997	86	86	86	87	88	88	89	90	89	89	88	90	1056	88
1998	89	89	90	89	90	91	92	92	93	92	92	91	1090	91
1999	88	89	88	89	89	93	91	89	89	89	87	89	1070	89
2000	86	88	87	87	90	91	89	87	89	88	83	85	1050	88
2001	87	87	85	87	90	89	88	86	84	82	86	87	1038	87
2002	88	87	87	91	93	90	94	93	92	93	94	93	1095	91
2003	92	93	92	92	92	91	88	88	86	88	86	88	1076	90
2004	85	88	87	87	89	90	90	84	88	87	86	85	1046	87
2005	86	89	88	89	87	87	87	85	85	87	86	86	1042	87
TOTAL	2044	1945	2108	2215	2143	2255	2249	2132	2118	2305	2286	2283		
PROM.	89	88	88	89	89	90	90	89	88	89	88	88		

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 27. Datos de precipitación total (mm) de la estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	PROM.
1964	664,1	452,1	573,4	528,8	158,8	54,3	42,3	103,7	70,8	114,8	86,9	37,0	2887,0	240,6
1965	382,9	338,3	632,1	789,8	368,7	221,3	45,5	32,8	78,6	145,4	54,3	185,4	3275,1	272,9
1973	395,5	612,2	532,4	543,0	247,3	138,0	63,1	43,5	103,4	84,6	37,5	92,4	2892,9	241,1
1975	447,4	643,2	718,2	451,5	160,6	163,1	41,6	41,7	28,7	49,9	52,3	135,7	2933,9	244,5
1976	695,4	517,5	650,0	663,6	338,1	134,0	61,8	55,0	30,9	7,8	101,8	106,8	3362,7	280,2
1977	356,8	409,2	672,9	339,3	75,6	127,5	23,9	22,6	79,1	37,0	7,9	146,0	2297,8	191,5
1978	345,8	458,6	397,7	385,8	269,3	51,2	28,2	21,3	25,9	25,0	63,6	69,1	2141,5	178,5
1979	438,1	428,8	483,5	255,0	183,6	172,8	21,4	46,2	68,5	70,9	15,7	48,8	2233,3	186,1
1980		206,9	219,7	574,3	264,0	42,8	7,3	43,8	6,3	87,6	49,0	81,4	1583,1	143,9
1992	457,5	858,3	524,9	791,6	541,8	240,6	159,2	34,1	18,2	32,6	41,0	146,7	3846,5	320,5
1994	583,8	543,7	346,0	424,4	315,8	97,0	4,0	9,9	16,7	29,4	70,2	391,0	2831,9	236,0
1997	596,8	458,0	565,2	500,2	269,6	367,0	233,3	138,8	704,4	466,6	801,3	960,2	6061,4	505,1
1998	894,2	639,1	826,3	772,5	463,3	291,7	216,1	66,9	64,4	27,7	25,7	52,8	4340,7	361,7
1999	211,7	487,6	561,2	614,3	286,7	53,3	23,4	14,8	82,3	57,6	52,7	305,0	2750,6	229,2
2000	252,1	621,5	689,0	522,3	325,6	48,0	6,5	24,2	48,1	29,4	20,5	144,7	2731,9	227,7
2001	510,2	242,3	499,9	658,3	193,8	12,4	22,4	4,6	21,2	15,1	32,9	116,6	2329,7	194,1
2002	334,6	563,3	775,0	599,8	341,3	134,9	23,9	6,4	83,4	61,9	95,1	273,2	3292,8	274,4
2003	441,6	523,3	241,5	590,6	318,6	62,7	27,2	21,1	9,5	96,7	30,7	145,2	2508,7	209,1
2004	263,1	390,3	252,3	474,0	296,9	38,8	25,0	16,7	107,5	69,9	34,8	64,2	2033,5	169,5
2005	370,6	402,8	630,6	635,5	33,4	13,1	7,3	2,7	32,8	35,6	67,6	124,3	2356,3	196,4
TOTAL	8642,2	9797,0	10791,8	11114,6	5452,8	2464,5	1083,4	750,8	1680,7	1545,5	1741,5	3626,5		
PROM	454,9	489,9	539,6	555,7	272,6	123,2	54,2	37,5	84,0	77,3	87,1	181,3		

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 28. Datos de velocidad de viento (m/s) de la estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	PROM.
1964	1,2	1,0	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,4	1,3	1,4	1,4	1,0	15,2	1,3
1965	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,2	1,2	1,5	1,3	1,5	15,9	1,3
1973	0,4	0,3	0,2	0,8	0,4	0,4	0,6	0,8	0,3	0,5	0,5	0,5	5,7	0,5
1975	1,3	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	0,9	14,0	1,2
1976	1,1	0,9	1,1	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,1	1,7	1,9	2,1	15,8	1,3
1977	1,9	1,7	1,8	2,0	1,6	1,3	1,0	1,4	1,3	1,3	1,5	1,8	18,7	1,6
1978	1,9	1,8	1,7	1,8	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,6	1,3	1,5	18,0	1,5
1979	1,2	1,6	1,0	1,1	0,9	0,8	0,9	0,0	0,0	1,1	1,0	0,9	10,6	0,9
1980			1,3	1,2	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	7,7	0,8
1981				0,8					1,2	1,3	1,4	1,1	5,7	1,1
1990	1,1		0,9	1,4	1,7	1,2	1,1	1,3	1,0	1,1	1,4	1,3	13,5	1,2
1991	1,1	1,3	1,5	1,4	1,2	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,5	1,2	14,4	1,2
1992	0,9	0,8	1,1	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	9,8	0,8
2000	3,1	2,2	2,6	2,6	2,2	2,4	2,0	2,7	2,7	2,4	2,7	2,4	30,0	2,5
2001	3,0	3,2	2,6	2,3	2,5	2,1	2,8	2,6	2,5	2,6	2,5	1,8	30,4	2,5
2002	2,4	2,6	2,8	2,6	2,6	2,6	0,0	2,6	2,6	2,8	2,7	2,8	29,1	2,4
2003	2,8	3,2	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8		3,1	3,0	2,7	2,9	32,3	2,9
2004	3,0	2,9	2,5	2,6		2,8	2,6	2,8	2,6	2,6	2,6	2,2	29,2	2,7
2005	2,5	2,6	2,8	2,5	2,2	2,0	2,3	0,0	2,6	2,2	2,4	2,5	26,6	2,2
TOTAL	30,1	28,5	30,9	32,2	26,3	26,8	25,3	22,6	28,2	30,2	31,3	30,2		
PROM.	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6		

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 29. Datos de heliofanía (horas) de la estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	PROM.
1964	59,4	48,1	64,5	64,7	45,9	24,2	40,2	60,1	41,0	51,6	33,6	50,7	584,0	48,7
1965	87,6	93,4	104,5	101,1	108,6	99,5	84,8	74,7	56,1	50,4	36,4	57,7	954,8	79,6
1973	69,7	65,3	87,5	108,4	56,2	32,0	57,8	28,6	29,5	22,6	23,5	19,8	600,9	50,1
1975		33,5	97,5	80,9	48,9	42,0	35,1	33,4	26,7	30,9	29,0	50,2	508,1	46,2
1976	45,0	88,4	92,1	100,3	101,8	85,9	92,6	61,9	60,5	75,6	46,7	87,6	938,4	78,2
1977	57,9	86,2	89,2	85,4	85,2	38,3	29,5	46,2	67,1	43,3	46,7	45,7	720,7	60,1
1978	56,3	56,9	95,5	72,2	57,8	39,1	41,0	77,1	46,0	59,5	30,3	38,6	670,3	55,9
1979	58,1	68,3	95,8	82,9	65,0	34,4	70,5			66,6	64,4	75,1	681,1	68,1
1980	53,5	67,6	61,5	126,3	77,5	39,3	60,4	63,3	73,9	32,4	42,7	37,3	735,7	61,3
1981	51,8					2,0	10,6	40,7	52,1	39,9	38,7	44,3	280,1	35,0
1998	103,6	104,9	120,3	126,5	102,5	82,8	59,5	51,5	35,6	36,1	36,7	36,2	896,2	74,7
1999	42,6	59,4	108,0	54,8	58,2	18,9	26,8	69,2	29,1	23,7	31,4	35,5	557,6	46,5
2000	55,9	45,3	59,7	72,9	30,1	20,6	38,5	62,4	48,8	43,8	49,6	46,4	574,0	47,8
2001	58,7	53,8	96,6	95,5	56,3	41,9	55,6	79,3	70,8	71,2	50,7	29,6	760,0	63,3
2002	36,5	49,6	54,3	59,3	38,0	62,3	54,9	80,0	47,1	31,5	26,7	36,6	576,8	48,1
2003	41,0	49,4	80,6	83,4	58,3	36,3	48,0	50,2	58,3	26,6	40,8	41,5	614,4	51,2
2004	78,0	50,4	58,6	53,1	49,0	36,0	38,9	95,0	36,0	49,9	43,2	61,9	650,0	54,2
2005	84,7	26,5	45,2	52,3	61,7	40,1	68,9	71,0	66,5	34,8	47,4	41,8	640,9	53,4
TOTAL	1040,3	1047,0	1411,4	1420,0	1101,0	775,6	913,6	1044,6	845,1	790,4	718,5	836,5		
PROM.	61,2	61,6	83,0	83,5	64,8	43,1	50,8	61,4	49,7	43,9	39,9	46,5		

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 30. Datos de evaporación media (mm) de la estación Puerto Ila (1964 – 2005).

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL	PROM.
1964	43,2	43,7	50,0	50,0	48,6	36,7	41,4	48,2	46,6	46,3	41,8	52,8	549,3	45,8
1965	63,4	52,4	51,7	51,1	54,4	53,6	50,6	58,5	52,9	47,7	43,3	64,7	644,3	53,7
1973	36,8	38,1	47,4	44,9	33,9	27,8	34,6	35,8	28,2	33,6	37,7	41,1	439,9	36,7
1975	31,8	29,0	41,3	39,0	32,0	28,6	26,7	28,7	31,9	36,4	37,5	53,9	416,8	34,7
1976	33,0	42,9	43,9	36,3	36,4	34,5	39,0	36,3	39,2	50,6	41,6	45,0	478,7	39,9
1977	38,6	39,1	43,1	43,5	51,5	35,8	38,6	43,0	52,2	33,7	31,2	48,9	499,2	41,6
1978	41,4	34,2	62,7	39,6	38,2	36,0	33,2	35,2	32,7	32,7	36,5	36,9	459,3	38,3
1979	17,7	37,7	39,3	33,5	31,5	20,8	27,7	32,7	35,2	37,6	42,2	54,0	409,9	34,2
1992	108,2	75,6	96,8	79,5	73,8	59,1	67,5	72,2	64,6	79,9	68,4	73,4	919,0	76,6
1994	67,2	54,8	65,6	61,6	54,2	56,6	61,7	61,8	92,9	74,7	69,3	63,6	784,0	65,3
1997	77,5	65,7	88,8	79,9	82,3	76,5	78,8	77,6	78,7	78,1	65,9	83,3	933,1	77,8
1998	84,8	84,1	100,3	89,3	102,8	69,0	64,6	67,0	65,9	60,7	70,9	71,4	930,8	77,6
1999	81,3	73,7	107,1	72,6	72,8	49,4	62,2	70,2	50,2	57,6	61,2	50,5	808,8	67,4
2000	72,6	73,5	77,4	81,3	57,1	52,9	62,5	74,1	62,3	66,7	75,2	69,8	825,4	68,8
2001	71,2	77,2	85,9	74,1	63,6	56,8	61,6	75,7	85,6	84,1	72,2	59,8	867,8	72,3
2002	66,5	77,6	88,8	87,2	71,0	70,9	61,8	66,1	73,2	62,7	58,3	61,2	845,3	70,4
2003	71,1	69,6	93,3	87,7	75,1	51,0	56,0	54,8	69,5	52,2	66,3	66,7	813,3	67,8
2004	95,4	78,5	77,3	81,7	58,6	50,0	54,7	93,2	65,8	68,5	67,3	79,1	870,1	72,5
2005	89,2	61,9	73,0	72,0	73,5	60,1	65,1	73,6	73,1	58,8	63,1	69,9	833,3	69,4
TOTAL	1190,9	1109,3	1333,7	1204,8	1111,3	926,1	988,3	1104,7	1100,7	1062,6	1049,9	1146,0		
PROM	62,7	58,4	70,2	63,4	58,5	48,7	52,0	58,1	57,9	55,9	55,3	60,3		

Cuadros en blanco = Sin datos/Datos incompletos.

Fuente: INAMHI

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 31. Datos de coeficientes de cultivo (Kc) para la zona tropical.

Cultivo	Kc - ini	Kc - mid	Kc - fin
Hortalizas menores			
Lechuga	0,7	1	0,95
Rábano	0,7	0,9	0,85
Hortalizas (solanaceae)	0,7	1,05	0,95
Tomate	0,6	1,15	0,7 - 0,9
Pimiento	0,7	1,05	0,9
Hortalizas (cucurbitaceae)			
Pepino	0,6	1	0,75
Sandía	0,4	1	0,75
Tubérculos			
Yuca - 1er año	0,3	0,8	0,3
Yuca - 2er año	0,3	1,1	0,5
Leguminosas			
Fréjol verde	0,5	1,05	0,9
Fréjol seco	0,4	1,15	0,35
Maní	0,5	1,15	0,6
Soya	0,5	1,15	0,5
Cereales			
Arroz	1,05	1,2	0,9 - 0,6
Maíz	1,05	1,2	0,6 - 0,35
Forrajes			
Caña de azúcar	0,4	1,25	0,75
Frutales			
Banano, plátano - 1er año	0,5	1,1	1
Banano, plátano - 2er año	1	1,2	1,1
Cacao	1	1,05	1,05
Café - suelo desnudo	0,9	0,95	0,95
Café - cobertura vegetal	1,05	1,1	1,1
Palma dáctilera	0,9	0,95	0,95
Palmeras	0,95	1	1
Piña - suelo desnudo	0,5	0,3	0,3
Piña - cobertura vegetal	0,5	0,5	0,5
Cítricos - suelo desnudo	0,65	0,7	0,65
Cítricos - cobertura vegetal	0,8	0,8	0,8

Fuente: Scheuer, D. 2006.

Elaborado por: Los Autores.

ANEXO 32. Establecimiento del transecto y sitios para la caracterización del suelo.



Foto 1. Levantamiento del proyecto.



Foto 2. Ubicación del Sitio N°1



Foto 3. Delimitación de los Sitios en la finca.



Foto 4. Ubicación del Sitio N°3.

ANEXO 33. Foto u otro material gráfico del SITIO N° 1.



Foto 5. Construcción de la calicata 1

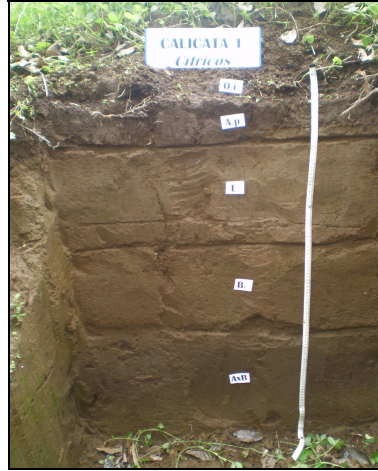


Foto 6. Descripción del perfil 1.



Foto 7. Paisaje del perfil 1.



Foto 8. Color en seco de cada horizonte.



Foto 9. Prueba de velocidad de infiltración.



Foto 10. Extracción de muestras del suelo.

ANEXO 34. Foto u otro material gráfico del SITIO N° 2.



Foto 11. Construcción de la calicata 2.



Foto 12. Descripción del perfil 2.



Foto 13. Paisaje del perfil 2.

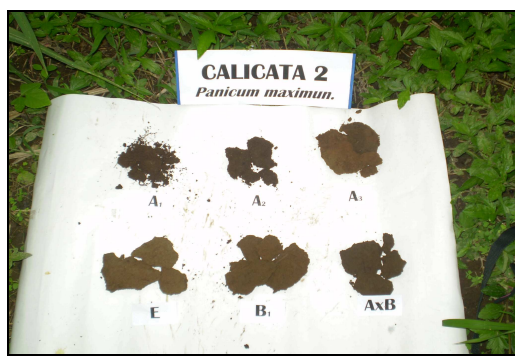


Foto 14. Color en seco de cada horizonte.



Foto 15. Prueba de velocidad de infiltración.



Foto 16. Prueba de densidad aparente.

ANEXO 35. Foto u otro material gráfico del SITIO N° 3.



Foto 17. Construcción de la calicata 3.

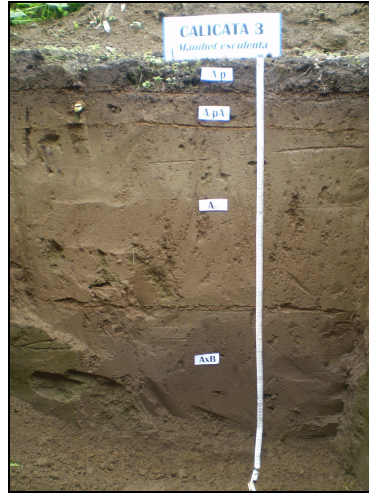


Foto 18. Descripción del perfil 3



Foto 19. Paisaje del perfil 3.

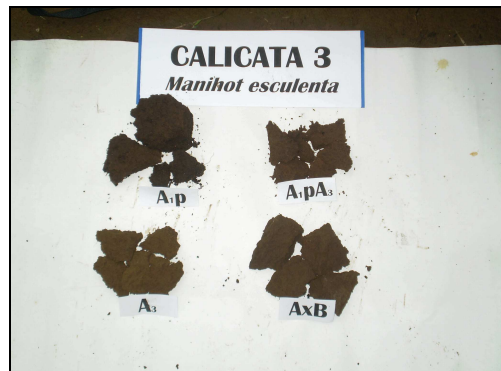


Foto 20. Color en seco de cada horizonte.



Foto 21. Prueba de velocidad de infiltración.



Foto 22. Evaluación de las características del s.

ANEXO 36. Foto u otro material gráfico del SITIO N° 4.



Foto 23. Construcción de calicata 4.



Foto 24. Calicata 4.



Foto 25. Paisaje del perfil 4.

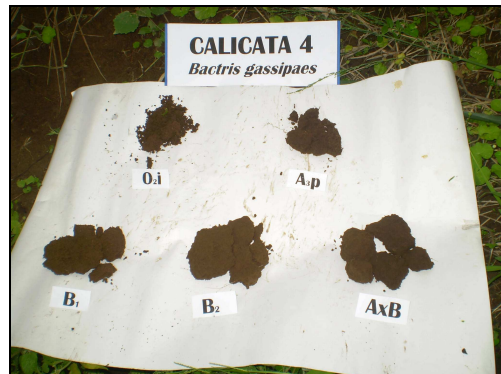


Foto 26. Color en seco de cada horizonte.



Foto 27. Toma de muestras de agua.



Foto 28. Prueba de velocidad de infiltración.

ANEXO 37. Foto u otro material gráfico del SITIO N° 5.



Foto 29. Construcción de la calicata 5.



Foto 30. Calicata 5.



Foto 31. Paisaje del perfil 5.



Foto 32. Color en seco de cada horizonte.

ANEXO 38. Calibración de tensiómetros, ESTACIÓN N°1 y ESTACIÓN N°2.



Foto 33. Abastecimiento de agua.



Foto 34. Saturación de suelo.



Foto 35. Inserción del tensiómetro.



Foto 36. Instalación de los tensiómetros.



Foto 37. Estación N°2.



Foto 38. Extracción de muestra del suelo.

ANEXO 39. Fase de laboratorio.



Foto 39. Pesaje de las muestras de suelos.



Foto 40. Muestras para determinar la densidad del suelo.



Foto 41. Muestras para determinar el porcentaje de humedad en el suelo.

ANEXO 40. Fotografías varias.



Foto 42. Determinación del porcentaje de porosidad en el suelo.

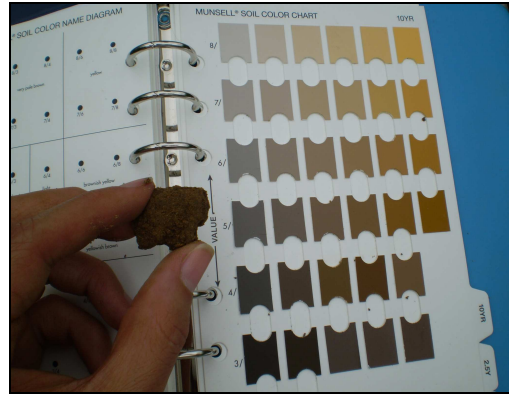


Foto 43. Determinación del color en el suelo.



Foto 44. Medición de la pendiente.



Foto 45. Muestras para densidad del suelo.
(método del hoyo)