

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA DE RIEGO
EN LA REGION, DE LA MARTINA DEL SISTEMA DE RIEGO REMIGIO
ROJAS, DISTRITO DE ALANJE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

DAVID A. AYALA P.

4- 763-772

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2015

**DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA DE RIEGO,
EN LA REGIÓN DE LA MARTINA DEL SISTEMA DE RIEGO REMIGIO
ROJAS, DISTRITO DE ALANJE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**TRABAJO DE GRADO SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERIA DE MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**PERMISO PARA SU PUBLICACION, REPRODUCCION TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO

DIRECTOR: Ing. NOÉ AGUILAR M.S.C

DIRECTOR

MIEMBRO: Ing. TIRSO SOLÍS M.S.C

ASESOR

MIEMBRO: Ing. AMILCAR BEITIA M.S.C

ASESOR

**DAVID, CHIRIQUI
REPÚBLICA DE PANAMA**

2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por haberme permitido culminar con éxito mis estudios de nivel superior, mi trabajo de tesis y enseñanzas impartidas.

A mis padres y hermanos por brindarme el apoyo para este trabajo.

A mis profesores asesores Noé Aguilar, Tirso Solís y Amílcar Beitia por el apoyo brindado en este trabajo investigativo.

A mis compañeros y amigos que siempre me brindaron su apoyo.

David A. Ayala P.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a las tres personas que más han influido en mi vida.

Principalmente se lo dedico a mis padres

Elvia Pitti

Miguel Ayala

Los cuales siempre me han brindado su apoyo en los buenos y en los malos momentos de mi vida, me han orientado por el buen camino.

Y a ser un hombre de bien y temeroso de Dios.

También se lo dedico a una Persona que siempre me apoyo me brindo su sabiduría y su querer, el deseo verme convertido un profesional y cumplir mi metas

Jacob Ayala (mi abuelo)

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA DE RIEGO, EN LA REGIÓN DE LA MARTINA DEL SISTEMA DE RIEGO REMIGIO ROJAS, DISTRITO DE ALANJE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

Ayala Pitti, DA. 2015. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA DE RIEGO, EN LA REGIÓN DE LA MARTINA DEL SISTEMA DE RIEGO REMIGIO ROJAS, DISTRITO DE ALANJE, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ. Tesis de Ingeniería en Manejo de Cuenca y Ambiente. Chiriquí, PA, UP.131p.

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el sistema de riego Remigio Rojas ubicado en el distrito de Alanje, específicamente en la región de la Martina. Se buscaba determinar la eficiencia de riego a lo interno del sistema, se utilizó una metodología basada en diferentes conceptos, desde lo más básico a lo más completo; entre las cuales se puede mencionar: la capacidad de campo, densidad aparente, tensión en el suelo, aforo de los caudales y la evapotranspiración.

La investigación se llevó a cabo entre los meses de marzo y octubre, primeramente se seleccionaron diez sitios repartidos en la región estudiada, la misma fue dividida en dos partes, la Martina arriba y la Martina abajo, posteriormente se realizó la medición de todos los parámetros necesarios. Cabe mencionar que la presente investigación estuvo fuertemente relacionada con el cultivo del arroz, ya que es el principal rubro que utiliza el sistema de riego, se destaca además que los siembros cultivados son anuales.

Al final de esta investigación se concluyó que la eficiencia de riego se maneja dentro de los estándares, tanto en la eficiencia de la distribución como también de la conducción y la aplicación que para este caso de riego por inundación se estima entre un cincuenta a ochenta por ciento, siempre y cuando haya una buena nivelación del terreno. Para el caso de región estudiada es de un 23.9 %. Lo cual nos da a entender que se deben de llevar a cabo más capacitaciones en cultura de riego a los productores para una mejor utilización de la tecnología.

PALABRAS CLAVES: Eficiencia de riego, Aforos, Sistema de riego, evapotranspiración

DETERMINATION OF EFFICIENCY OF IRRIGATION WATER USE IN THE REGION OF THE SYSTEM MARTINA REMIGIO ROJAS IRRIGATION DISTRICT OF ALANJE, CHIRIQUÍ.

Ayala Pitti, DA. 2015. DETERMINATION OF THE EFFICIENCY OF IRRIGATION WATER USE IN THE REGION OF THE SYSTEM MARTINA Remigio Rojas irrigation district of Alanje, Chiriquí. Thesis Engineering Watershed Management and Environment. Chiriquí, PA, UP.131p.

ABSTRACT

In this research was evaluated the irrigation system Remigio Rojas, located in the region of la Martina, in Alanje district. The irrigation efficiency was determinate to the internal system, using a methodology based on different concepts from the most simple to the most complete; among which can be mention: field capacity apparent density, soil tension, flow capacity and evapotranspiration.

The research was carried out between March an October. First of all, ten sites distributed across the study region were selected and divided into two sites, up and down Martina; then the measures of all necessary parameters were carried out. This research was strongly related to rice crop, because it is the main crop sown in the irrigation system.

As conclusion of this research, the irrigation efficiency is managed within the efficiency standards, both distribution and conduction. Also, the application of flood irrigation was estimated between 50 -80 %, as long as there is good land level (study site: 23.9%). This information implies that more training about irrigation culture for farmers must be carried out to achieve a better use of technology.

Key Words: irrigation efficiency, capacity, irrigation system, evapotranspiration.

INDICE DE CONTENIDO

	PAG
PAGINA DE APROBACION.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE GRAFICAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	x
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 Planteamiento del Problema.....	10
1.1.1 Problemática.....	11
1.1.2 Formulación.....	11
1.2 Antecedentes.....	12
1.3 Justificación.....	17
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivos Generales	
1.4.2 Objetivos Específicos	
1.5 Hipótesis.....	20
1.6 Alcances y Limitaciones.....	21
2. REVISION DE LITERATURA.....	22
2.1 La presión sobre los recursos hídricos.....	22
2.2 Cantidad de Recurso hídrico disponible para un país.....	23

2.3	Principales afectaciones al recurso hídrico por actividades humanas.....	24
2.4	Sistema de riego y drenaje utilizados en Panamá.....	25
2.5	Tipos de riegos utilizados en Panamá	25
2.6	Descripción del riego.....	26
2.7	Ventajas en Panamá del riego por goteo.....	27
2.8	Sistema de riego Remigio Rojas.....	28
2.9	Método de riego	29
3	MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1	Materiales de campo.....	31
3.2	Metodología.....	32
3.2.1	Determinación de la velocidad de infiltración de los suelos.....	33
3.2.2	Densidad aparente.....	34
3.2.3	Capacidad de campo.....	35
3.2.4	Punto de marchitez permanente.....	36
3.2.5	Tensión de suelo.....	37
3.2.6	Aforo de caudal.....	38
3.2.7	Determinación de textura.....	40
3.3	Parámetros a evaluar.....	42
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1	Velocidad de infiltración.....	44
4.2	Capacidad de campo.....	65
4.3	Densidad Aparente.....	67
4.4	Punto de Marchitez permanente.....	69
4.5	Determinación de la textura.....	71
4.6	Tensión.....	73

4.7 Aforo de caudal.....	83
4.8 Lámina de agua por estrato.....	86
4.9 Evapotranspiración.....	89
4.10 Eficiencia de riego.....	93
5 CONCLUSIONES.....	97
6 RECOMENDACIONES.....	98
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

N°		PAG
I.	Resultados de la infiltración en el punto 1 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Agustín Ruedas.....	44
II.	Resultados de la infiltración en el punto 2 de muestreo en la región de la Martina. Finca de la señora Venera Rueda.....	46
III.	Resultados de la infiltración en el puntos 3 muestreo en la región de la Martina. Finca de Agustín Ruedas.....	48
IV.	Resultados de la infiltración en el punto 4 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Manuel Rojas. Esta finca está ubicada en un sub-canal del canal terciario.....	50
V.	Resultados de la infiltración en el punto 5 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Noro Ruedas.....	52
VI.	Resultados de la infiltración en el punto 6 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Noro Ruedas.....	54
VII.	Resultados de la infiltración en el punto 7 de muestreo en la región de la Martina. Parcela de caña (Ingenio Chiriquí). C.A.D.A.S.A.....	56
VIII.	Resultados de la infiltración en el punto 8 de muestreo en la región de la Martina. Finca Sr. Gómez.....	58
IX.	Resultados de la infiltración en el punto 9 de muestreo en la región de la Martina. Finca Sr. Aparicio.....	60
X.	Resultados de la infiltración en el punto 10 de muestreo en la región de la Martina. Finca del Sr. Oscar Sánchez.....	62
XI.	Resultados en los 10 sitios de muestreo a capacidad de campo expresada en porcentaje de humedad volumétrica.(a 15 y 30 cm).....	65
XII.	Resultados en los 10 sitios de muestreo a densidad aparente expresada en porcentaje de humedad volumétrica. (A 15 y 30 cm).....	67
XIII.	Resultados en los 10 sitios de muestreo a punto de marchitez permanente expresada en porcentaje de humedad volumétrica. (A 15 y 30 cm).....	69

XIV. Resultados en los 10 sitios de muestreo de la textura. Y sus % de limo, arcillas y arena.....	71
XV. Resultados de los tensiómetros instalados en campo en 4 sitios de muestreo para el cultivos de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 15cm de profundidad).....	73
XVI. Resultados del tensiómetro instalado en campo en 7 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 24 cm de profundidad).....	75
XVII. Resultados del tensiómetro instalado en campo en 9 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 36 cm de profundidad).....	77
XVIII. Resultados del tensiómetro instalado en campo parcela cercana al sitio n° 3 de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 90 cm de profundidad).....	79
XIX. Resultados del tensiómetro instalado en campo en una parcela x de muestra para el cultivo de arroz bajo el método de secano. (Tensiómetro a 15 cm de profundidad).....	81
XX. Resultados de los aforos realizados en los canales del Sistema de Riego Remigio Rojas. Y la Eficiencia a lo interno del sistema, la cantidad de agua que se pierde a lo largo del recorrido.....	83
XXI. Resumen.....	85
XXII. Registros Climáticos de las estaciones climatológicas, más cercanas a la región estudiada.....	86
XXIII. Evapotranspiración con la Formula de García – López.....	87
XXIV. Datos de la velocidad del viento de km por día. De la estación más cercana a el	
XXV. área estudiada.....	88
XXVI. cálculos de evapotranspiración a través del Tanque y la velocidad del viento.	89
XXVII. Cálculos para la Evapotranspiración para el cultivo del arroz por mm/día, mm/mes ,m3/ha día, m3/ha mes.....	90

INDICE DE FIGURAS

N°		PAG.
1	Muestra la curva de la velocidad de infiltración, como decrece, y el aumento	
2	de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.	45
3	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	47
4	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	49
5	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	51
6	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	53
7	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	55
8	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	57
9	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	59
10	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	61
11	Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina	
	acumulada a lo largo del tiempo.....	63
12	Capacidad de campo, expresada en porcentaje de humedad volumétrica a dos	
	profundidades en cada sitio de muestreo.....	66
13	Densidad aparente de los 10 sitios de muestreo, a dos profundidades por sitio.	
14	(a 15 y 30 cm).....	68
15	Punto de marchitez permanente a los 10 sitios de muestreo, a 2 profundidades	
	por sitio. (a 15 y 30 cm).....	70
16	De los 10 sitios de muestreo para la textura. Y el Porcentaje que ocupan en	
	cuanto a predominancia en la región estudiada.....	72

17	Del tensiómetro instalado en campo a 3 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 15cm de profundidad).....	74
18	Del tensiómetro instalado en campo a 7 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 24cm de profundidad).....	76
19	Del tensiómetro instalado en campo a 7 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 36cm de profundidad).....	78
20	Del tensiómetro instalado en campo en una parcela aledaña al sitio 3 de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 90cm de profundidad).....	80
21	Del tensiómetro instalado en campo en una parcela x de muestreo para el cultivo de arroz bajo el método de secano. (Tensiómetro a 15cm de profundidad).....	82
22	Representación del agua presente en el sistema de riego Remigio Rojas (Alanje).	84

INDICE DE ANEXOS

A. SITUACION CRITICA DEL REMIGIO ROJAS

A.1 ¿QUÉ ES UN TENSIOMETRO?

A.2 MAPAS DE SITIOS DE MUESTREO

A.3 MAPAS DE AFOROS

B. CUADROS DE INFILTRACION

C. DATOS DE CAPACIDAD DE CAMPO

D. LAMINA DE AGUA

E. DENSIDAD APARENTE

F. PUNTO DE MARCHITEZ PERMANANTE

G. TENSIOMETRO

H. AFOROS DEL CAUDAL

I. FOTOGRAFIAS

J. ANALISIS DEL SUELO.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización eficiente del recurso hídrico, acorde con su distribución dentro de parcelas de producción del sistema de riego, reconoce la necesidad de aumentar la producción de la agricultura, con sistemas de riego a través del mejoramiento de las practicas existentes, ya que el fin es el de asegurar y resguardar este recurso hídrico y la continuidad de la producción de los terrenos.

Eficiencia del uso del agua en el terreno de producción radica en el método de aplicación, también influye el tipo de cultivo, las características del suelo que definen la capacidad de mantener la humedad.

Es necesario compatibilizar estrategias de enseñanza, sobre la mejor forma de utilizar el recurso agua. En este caso es necesario considerar la categoría estilos de siembra de los agricultores y el método de aplicación del agua en sus terrenos. Los procedimientos que sirven para resolver un problema o tarea, o para dar respuesta a un objetivo relacionado con la aplicación del recurso hídrico.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema de riego Remigio Rojas, ubicado en el distrito de Alanje-Chiriquí fue construido mediante la captación del afluente rio Chico, distribución del agua por gravedad, a través de canales revestidos de hormigón, para regar 3200 hectáreas beneficiando directamente a 325 productores con riego por gravedad y sistemas de riego por goteo, para mejorar la producción de alimentos en esta región altamente productiva del país que está sometida a sequias durante época seca.

La Problemática

- 1- La variación del caudal de la fuente de abastecimiento, está muy marcada después de la construcción del sistema. (esto se debe a la

construcción de proyectos hidroeléctricos que han entorpecido la disponibilidad de agua en la fuente en el momento oportuno. En actualidad (mayo 2015) está afectado al sistema, solo se están produciendo 1600 hectáreas que se encuentren trabajando con el sistema y que solo 126 productores se beneficien.

- 2- La falta de cultura de riego de los productores y los deficientes sistemas de extensión agropecuarios en esta materia de riego han ocasionado que los productores apliquen el riego de manera empírica y la falta de empoderamiento a ocasionado el vandalismo de piezas del sistema y artefactos necesarios para la aplicación del riego.
- 3- Disponibilidad de agua a discreción del agricultor, lo que propicia el desperdicio de la misma y la falta de atención personal del agricultor a la planeación y operación del riego.
- 4- La falta de mantenimiento de los canales, la sedimentación en los canales, la falta de vigilancia y seguridad ciudadana, la disposición de envases de agroquímicos en lugares cercanos a los canales, la deficiencia del manejo agronómico de los cultivos bajo riego.

El estudio a desarrollar se enfocara en el punto número tres de lo planteado el que está directamente relacionado con la aplicación de agua dentro de la parcela por parte de los productores con esto se busca crear una base de registros que sirva de base para el correcto uso aprovechamiento del agua en esta región donde se realizara el estudio. Y fuente de siguientes futuras investigaciones que se puedan desarrollar en el área y el sistema de riego mismo.

Los productores tienen el poder de elegir la forma de riego que más se adapte a sus necesidades, y que el mismo pueda reflejar los resultados esperados. Para que se obtengan buenos resultados en el proceso de producción alimentaria y utilización del agua, es importante que los productores tomen conciencia sobre cuál es la forma de riego más adecuada a sus expectativas. Los productores son

el eje principal, del sistema impulsor en el proceso de producción agrícola dentro del proyecto de riego, ya que a medida que se asegure su utilización eficiente, el agua podrá desarrollar e impulsar mayores rendimientos y así presentar de manera satisfactoria buenos resultados ante la sociedad.

Al formular el presente estudio, se tiene las siguientes interrogantes de investigación:

¿Cuáles son las formas de riego que predominan en los diferentes niveles de producción agrícola?

¿Cuál es la manera de utilización más adecuada para el agua del proyecto de riego Remigio Rojas?

¿Cuál es el porcentaje de pérdida del agua con respecto a la aplicación dentro de la parcela de cultivo

1.2 ANTECEDENTES

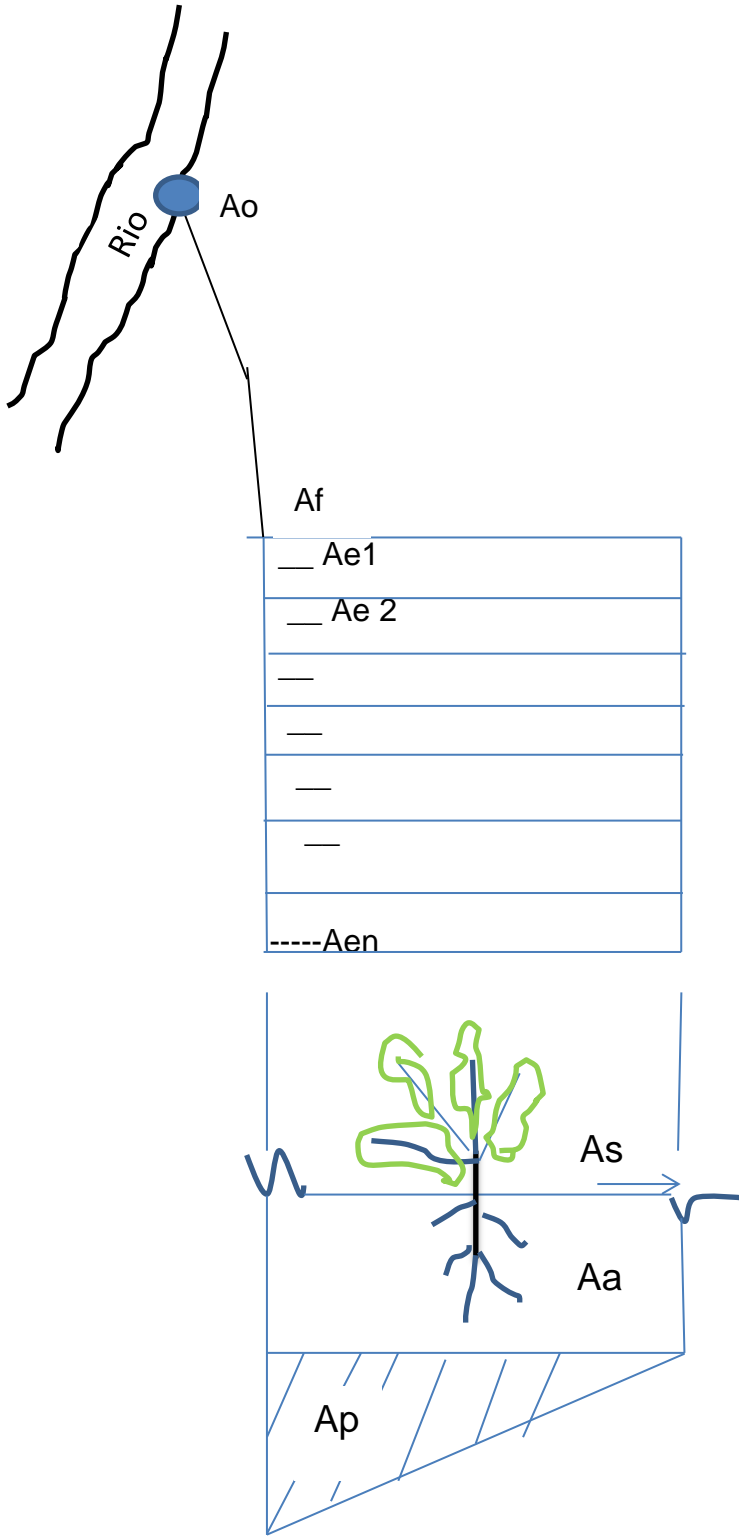
El proyecto de Riego Remigio Rojas se ubica en el Distrito de Alanje, Provincia de Chiriquí, República de Panamá. Es un proyecto de riego a través de canales, divididos en primarios, secundarios y terciarios; que abastecen de agua a parcelas de cultivo. El mismo hace utilización del afluente Río Chico. El sistema de Riego se encuentra conformado por 3200 ha de terreno plano, dedicado a el cultivo de arroz principalmente, maíz y productos como sandía, melón, zapallo y últimamente papaya.

Se diferencia de otros sistemas de riego tradicionales como los que existen en la Provincia de Coclé, donde se destacan el Sistema de Riego El Caño y la Herradura. Ya que el Sistema de Riego Remigio Rojas se conforma de canales revestidos de concreto producto de las características del suelo con alto contenido de arena.

El sistema de riego nació de la visión de un productor llamado Remigio Rojas frente a la crisis que se sufría en el área en el período de estación seca. El mismo estableció un sistema de riego tradicional que es el precedente del sistema actual. Dicho sistema fue construido a pala y piqueta y una pequeña represa de tierra que permitía que las aguas se condujeran dentro de los pequeños canales artesanales en el mismo se perdía mucha agua por infiltración. Al ver que el sistema ideado por señor Remigio Rojas producía buenos resultados, fincas vecinas decidieron expandirlo a sus fincas y con esto lograr producir alimentos en época seca.

El gran sueño de este productor fue cumplido con la construcción de un sistema de riego por parte del Gobierno de la República de Panamá bajo el mandato del presidente Martin Torrijos (período 2000-2004), esto para hacer frente a la necesidad de aumentar las superficies sembradas y el déficit de rubros como el arroz, maíz, sandía, melón; ante la demanda de la población panameña.

Eficiencia de Riego en el Sistema Remigio Rojas



$$E_c = \frac{A_f}{A_o}$$

$$E_d = \frac{\sum A_e}{A_f}$$

$$E_a = \frac{A_a}{A_e} = 1 - \frac{A_s + A_p}{A_e}$$

$$E_i = E_c \times E_d \times E_a$$

Eficiencia de Riego

Resultarse ser el producto de las eficiencias parciales correspondientes a cada una de las etapas que se dan el proceso.

-Eficiencia de Conducción (E_c): en los canales de conducción de un sistema de riego, ocurren pérdidas de agua por evaporación de la superficie, y por infiltración a través de las paredes del canal. La relación que existe entre el agua que el canal entrega a una finca (A_f) y el agua originalmente captada (A_o) representa la eficiencia de conducción. Para canales en tierra es de 30 a 85 %

$$E_c = \frac{A_f}{A_o}$$

-Eficiencia de Distribución (E_d): a través del canal de conducción se localizan las entregas en las parcelas para la respectiva distribución del agua; el funcionamiento del sistema de distribución es importante para que se logre entregar a cada parcela los caudales necesarios para la aplicación del agua de riego. El cuidado que se tome en esta distribución nos permitirá reducir considerablemente las pérdidas en esta etapa del proceso del riego. Expresada en forma general la eficiencia de distribución sería la relación entre la sumatoria de agua entregada ($\sum A_e$) y el agua que llega a la finca (A_f).

$E_d = \frac{\sum A_e}{A_f}$ Para sistemas superficiales es de un 60 a 90 % depende de la red de canales, diseño y mantenimiento.

-Eficiencia de Aplicación (E_a): es la relación entre el agua almacenada en la zona de raíces (A_a) y el agua recibida en la parcela a través de la entrega (A_e).

$E_a = \frac{A_a}{A_e}$ para sistemas superficiales con nivelación del terreno diseño y habilidad del regador es del 50 a 80 %.

El agua que recibe la parcela (A_e) es igual al agua almacenada en la zona de raíces (A_a), el agua que se pierde por escorrentía (A_s) y el agua que se pierde por percolación profunda (A_p) o sea que:

$$A_e = A_a + A_s + A_p \text{ y } A_a = A_e - (A_s + A_p) \text{ luego: } E_a = \frac{A_e - (A_s + A_p)}{A_e}$$

$$\text{Ó } E_a = 1 - \frac{A_s + A_p}{A_e}$$

Significa pues que E_a representa hasta cierto punto la habilidad del regador para aplicar el agua de manera uniforme y precisa en la zona de absorción de las plantas. El grado de nivelación del terreno, el método de riego que se use, el planeamiento general de la finca hecho en función de las características físicas y topográficas del suelo y el manejo y control del agua durante el riego, son los factores que principalmente determinan el valor de E_a , en una finca dada.

Hay otros factores como textura, la estructura y la profundidad del suelo, así como la pendiente del terreno y la cantidad de agua disponible que también afecta el valor de E_a , pero sobre los que el regador puede ejercer muy poco control.

-Eficiencia de Riego (E_i): o eficiencia total es el producto de todas las eficiencias y representa la relación entre el agua transpirada por las plantas y el agua captada originalmente en las fuentes de abastecimiento, o sea: $E_i = E_c \times E_d \times E_a$.

Factores que reducen la eficiencia:

- Superficies topográficas irregulares que provocan el estancamiento del agua en las depresiones y dificultan la distribución uniforme de la misma.
- Métodos inadecuados para distribuir y aplicar el agua de riego.
- Riego de los predios cuando los suelos están todavía húmedos.
- Caudales excesivos (suelos poco permeables, escorrentía) y caudales deficientes (suelos muy permeables, percolación profunda).

“suelos livianos predominan en el Proyecto, los suelos livianos son difíciles de regar por sistemas de riego superficiales de forma eficiente”

Datos según el Plan de Riego Nacional:

Panamá tiene una superficie de 7708200 hectáreas de las que se estiman que 1.7 millones son tierras cultivables, correspondientes a las clases agrologicas. II, III y IV. De estas ultima superficie, aproximadamente 200 mil hectáreas son consideradas agrologicamente aptas para riego, dentro de límites económicos permisibles. En la actualidad, aproximadamente 165000 has. Están dedicadas a la agricultura mecanizada, irrigándose, de manera más o menos sostenida unas

34000 de las cuales el 68%son regadas por gravedad y el 32% restante por métodos de riego a presión.

La utilización del riego y drenaje en Panamá data de 1920, cuando se introdujo en las plantaciones de banano, extendiéndose posteriormente a otros cultivos y zonas del país tanto por iniciativa privada como estatal. A partir de 1960, el estado promovió y desarrolló una serie de estudios para proyectos de riego y drenaje a nivel nacional, con mayor énfasis en la Región del arco seco de Panamá.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación busca determinar la debida aplicación y uso eficiente del agua en las parcelas de producción del sistema de riego Remigio Rojas. Como sabemos el recurso hídrico es uno de los más importantes, al momento de establecer un cultivo ya que las plantas están conformadas por un 70% de agua, y a la vez la misma es de vital importancia para sus funciones.

Siendo el productor el más beneficiado con la realización de estudio, ya que el mismo servirá de base y a la vez de guía, para que el regador realice aplicaciones eficientes del agua, conociendo a su vez cual es el método de riego más consonó a las condiciones que se brindan en los suelos de la región de la Martina.

Más allá de las diversas funciones sobre la planta, el agua es el principal medio para que se den interacciones dentro del sustrato y se de la liberación de los minerales que serán absorbidos por la planta.

Remigio Rojas se queda sin agua: La construcción de hidroeléctricas aguas arriba del río Chico ha disminuido el caudal de la principal fuente del Remigio Rojas. La hidroeléctrica Pedregalito y la construcción de otras generadoras aguas arriba del río Chico están afectando a las operaciones del tropezado sistema de riego. El Remigio Rojas fue un ambicioso proyecto con el que se pretendía suplir con suficiente agua los cultivos en el sector de Alanje, Chiriquí, pero la inversión de

\$65.3 millones, inaugurada en 2008, no ha logrado suplir las necesidades de sus usuarios. En cuatro años de operaciones, el Remigio Rojas ha confrontado problemas en los canales de acceso a la toma principal de agua, daños de las infraestructuras, y ahora se le suma la disminución del recurso hídrico por las concesiones hidroeléctricas. En la actualidad solo se está utilizando el 40% del sistema de riego, y ya los agricultores registran escasez de agua. (www.laprensa.com)

Productores del Remigio Rojas van a las calles por crisis de agua en Chiriquí: Este problema generado por la falta de agua está ocasionando que cada año vaya disminuyendo el número de hectáreas sembradas de arroz: 900 hectáreas en 2013; 380 en 2014 y 200 en 2015. Los productores que forman parte del Sistema de Riego Remigio Rojas saldrán a protestar mañana miércoles por los bajos niveles del agua en el río Chico, debido a la retención que realizan las hidroeléctricas y el anuncio de la construcción de una hidroeléctrica aguas arriba de este afluente, confirmó Santiago Esquivel, administrador de este sistema.

“Decidimos ir a las calles a protestar para llamar la atención de las autoridades y la población por el problema que actualmente enfrenta el Sistema de Riego Remigio Rojas, por el bajo nivel de agua, lo que hace difícil suministrar de agua a las fincas de los productores que forman parte de los beneficiarios del sistema”, afirmó Esquivel.

Los productores van a manifestarse junto a un grupo de moradores en Bugaba, quienes protestarán en rechazo a la construcción de una hidroeléctrica en este distrito, en la cuenca del río Chiriquí Viejo, lo que elevará a 29 las hidroeléctricas en el mismo. Recordó que la situación actual del sistema de riego es crítica porque el caudal del río Chico ha bajado demasiado. El verano sigue en la provincia de Chiriquí y todavía no se ha podido realizar la limpieza de la toma del sistema de riego por los trámites burocráticos ante la Autoridad Nacional del Ambiente y el Ministerio de Comercio e Industrias. (<http://www.panamaamerica.com.pa>)

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General:

- Determinar el grado de eficiencia en el uso del agua de riego en un canal terciario en la región de la Martina del sistema de riego Remigio Rojas, distrito de Alanje.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- ❖ Cuantificar el nivel de agua que es utilizado en las parcelas de producción que conforman el sistema riego Remigio Rojas Distrito de Alanje.
- ❖ Proporcionar técnicas adecuadas a los productores como medición de caudales mediante aforos, utilización de tensiómetros para determinar la capacidad de retención de agua en el suelo.
- ❖ Elaborar una guía, para futuras investigaciones correspondientes al uso del agua dentro de este sistema de riego, para proporcionar un mejor manejo de este recurso en el futuro.

1.5 HIPOTESIS

HIPÓTESIS Ha

- La medición de las variables que constituyen la eficiencia de riego permitirá un mejor uso del agua y disminuirá las pérdidas por desatención del productor, logrando mejores beneficios de la producción.

HIPÓTESIS HO

- La no medición de las variables que constituyen la eficiencia de riego no permitirá un mejor uso del agua, no disminuirá las pérdidas por desatención del productor, y no se logran mejores beneficios de la producción.

1.6 ALCANCE Y LIMITACION

- El estudio a realizar estará enfocado en determinar, como son utilizadas las aguas del sistema de riego, en un canal secundario en la región de la Martina, con condiciones físicas de suelo, de clima y de la región en el distrito de Alanje. Esto servirá como un modelo para poner en práctica en otras regiones y a su vez como un manual para todos aquellos productores que aplican el riego de manera empírica, buscando así que se logre un mejoramiento en las técnicas de utilización eficiente del agua.

LIMITACION

- El estudio solo será aplicado para un ciclo de cultivo, se escogerá una finca determinada, pero quedan otras, donde las condiciones pueden variar por lo cual estos datos recolectados no podrán ser extrapolados a otras fincas de una región diferente.

2. REVISION DE LITERATURA

El agua es esencial para la supervivencia y el bienestar humano, y es importante para muchos sectores de la economía. Los recursos hídricos se encuentran repartidos de manera desigual en el espacio y el tiempo, y sometidos a presión debido a las actividades humanas.

2.1 La presión sobre los recursos hídricos: En todo el mundo, la actividad humana y los factores naturales están agotando los recursos hídricos disponibles. Aunque en la última década la sociedad se ha ido concienciando de la necesidad de mejorar la gestión y la protección del agua, los criterios económicos y los factores políticos todavía tienden a dirigir todos los ámbitos de la política del agua. La ciencia y las mejores prácticas a menudo no reciben la atención adecuada.

La presión sobre los recursos hídricos está aumentando, principalmente como resultado de actividades humanas tales como la urbanización, el crecimiento demográfico, la elevación del nivel de vida, la creciente competencia por el agua y la contaminación, cuyas consecuencias se ven agravadas por el cambio climático y las variaciones en las condiciones naturales. No obstante, se han realizado ciertos progresos. Cada vez más, las autoridades evalúan al mismo tiempo la cantidad y la calidad del agua, y coordinan esfuerzos de gestión a escala internacional. (www.greenfacts.org)

2.2 Cantidad de Recurso Hídrico Disponible para un País: La cantidad de agua dulce que un país determinado puede consumir sin sobrepasar la velocidad a la que se renueva se puede calcular teniendo en cuenta el volumen de las precipitaciones, las corrientes de agua que entran y salen del país, y el agua que se comparte con otros países. La cantidad media disponible por persona varía de menos de 50 m³ por año en algunas partes de Oriente Medio a más de 100.000 m³ por año en zonas húmedas y escasamente pobladas.

2.3 Principales afectaciones al Recurso Hídrico por actividades Humanas:

Los recursos hídricos se enfrentan a una multitud de amenazas graves, todas ellas originadas principalmente por las actividades humanas, como la contaminación, el cambio climático, el crecimiento urbano y cambios en el paisaje como la deforestación. Cada una de ellas tiene un impacto específico, por lo general directamente sobre los ecosistemas y, a su vez, sobre los recursos hídricos. Con una gestión inadecuada, actividades como la agricultura, el desmonte, la construcción de carreteras o la minería pueden provocar una acumulación excesiva de tierra y partículas en suspensión en los ríos (sedimentación), lo que causa daños en los ecosistemas acuáticos, deteriora la calidad del agua y dificulta la navegación interior.

La contaminación puede dañar los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos. Los principales contaminantes son, por ejemplo, la materia orgánica y los organismos patógenos contenidos en las aguas residuales, los fertilizantes y pesticidas procedentes de las tierras agrícolas, la lluvia ácida provocada por la contaminación del aire, y los metales pesados liberados por las actividades mineras e industriales.

El cambio climático parece aumentar las presiones existentes, por ejemplo en las zonas que ya sufren escasez de agua. En los últimos años, los glaciares terrestres y de montaña están retrocediendo más rápidamente. Los fenómenos meteorológicos extremos derivados del calentamiento global, como las tormentas y las inundaciones, se volverán probablemente más frecuentes y graves. Sin embargo, basándose en los conocimientos actuales, los científicos sólo pueden hacer predicciones generales sobre el impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos. (www.greenfacts.org).

2.4 Sistemas de Riego y Drenaje utilizados en Panamá

La efectividad de los sistemas de riego y drenaje depende de lo cuidadoso que sean los usuarios en todas las fases de su diseño, instalación, operación y mantenimiento, con la finalidad de que el agua llegue a todos los puntos del área de producción agrícola.

En Panamá existen diferentes tipos de riego los cuales son empleados en diferentes formas técnicas y de mejora agrícola a favor de la producción de cultivos tradicionales y no tradicionales.

No todos los productores panameños cuentan lamentablemente con los recursos técnicos y económicos solo los productores con más recursos disponen en su totalidad con los mejores sistemas de riego y drenaje. Dentro de las provincias que cuentan con buenos sistemas de riego y drenaje tenemos Chiriquí, Panamá, Bocas del Toro, Lo Santos, Herrera, Veraguas y Coclé.

En Panamá disponemos de un sistema técnico apropiado en diferentes formas de producción encaminado a rentabilidad de los productos agrícolas y a un soporte técnico disponible según los recursos y el tipo de mercado. (www.monografias.com)

2.5 Tipos de riego utilizados en Panamá

Panamá cuenta con pocos sistemas de riego a comparación con otros países productores pero posee sistemas de riego técnicos y fundamentales en los diferentes tipos de producción agrícola.

1. Riego por goteo
2. Riego por aspersión
3. Riego superficial el cual se divide en las siguientes modalidades:
 - Por inundación
 - Por surcos
 - Por melgas y otros.

Riego por goteo enterrado

Este es uno de los sistemas de riego utilizado en Panamá en producciones agrícolas principalmente en el cultivo de caña, pastos y otros.

2.6 Descripción del riego

La tecnología de irrigación ha marcado pautas a nivel nacional en los últimos 7 años al introducir los sistemas de riego por goteo en los cultivos de ciclo corto, principalmente en la exportación. Pero la técnica de proveer la cantidad precisa y controlada del agua y fertilizantes en la zona radicular de las plantas en el momento más adecuado, no termina en la simple aplicación superficial sino que va más allá, tras investigaciones de obtener la máxima producción con el mínimo costo de operación.

Es por ello que a través de las evidencias y experiencias muy alentadoras del uso de riego por goteo enterrado existe a nivel ya a nivel mundial, y principalmente en el istmo centroamericano un crecimiento interesante. En dichos lugares se ha demostrado el buen comportamiento del riego por goteo enterrado en caña, pastos de corte de crecimiento, erecto a nivel comercial, otros cultivos de comportamiento perenne.

Para realizar esta labor se hace uso de tuberías con goteros de alta calidad, confiabilidad. Uniformemente espaciados, con puntos de entrada de agua, fertilizantes ubicados a lo largo de dichas tuberías.

2.7 Ventajas en Panamá del Riego por goteo enterrado

1. Aumenta la producción agrícola y las ganancias:

- Se asegura una mejor infiltración del agua en el suelo
- Se garantiza un frecuente y sostenido abastecimiento del agua al cultivo.

Esto ayuda a estimular el crecimiento continuo del cultivo.

- Por las bajas presiones de trabajo y la ubicación de los goteros enterrados se asegura una uniforme aplicación de agua y fertilizantes.

- Garantiza que no se produzcan pérdidas por lixiviación de los fertilizantes a través de aplicaciones fraccionadas con menos requerimientos de mano de obra.

2. Alta eficiencia de aplicación de agua y fertilizantes-

Teniendo una eficiencia de aplicación de agua en por lo menos un 90%, podemos regar más áreas, suministrar la demanda de la totalidad requerida por el cultivo y así obtener mayor producción a menor costo en más áreas de cultivo.

3. Reducción en el consumo de energía.

Las dos razones fundamentales son por que se utiliza menos agua existe una mayor eficiencia de riego y porque se necesita menos energía en el funcionamiento de los goteros para asegurar los volúmenes demandados por el cultivo.

- Costos a nivel de inversión del sistema de filtración, fertilización, Conducción y distribución por muchos años.

4. la vida útil de los laterales de tuberías con goteros enterrados en la caña de azúcar han permanecido hasta nueve años trabajando sin presentar problemas, disminuyendo grandemente los costos de inversión, sin contar con el ahorro en una siembra y preparación de un ciclo corto de cultivo.

5. Reducción en el crecimiento de la maleza. por ser un riego localizado en la zona radicular del cultivo (25cm profundidad), la germinación de las malezas es mucho menor al no disponer de agua con facilidad.

2.8 Sistema de Riego Remigio Rojas

El sistema de riego Remigio Rojas se encuentra en Alanje, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, a 8 kilómetros al sur de la Carretera Interamericana que une la ciudad de David con la frontera Costa Rica-Panamá. El área de sistema de riego tiene todas las condiciones naturales para producir el siguiente producto: piña, papaya, maracuyá, limón, sandía, melón, yuca, batata, ñame; y calabaza. Superficie y producción Dentro del sistema de riego, que ocupa una superficie de 1.280 hectáreas, tiene una proyección de un área de riego presurizado para esta producción de 766 hectáreas, con una producción estimada de 82.371 toneladas de productos.

Con una previsión de volumen de producción por producto de: piña (22.996 toneladas), papaya (6.930 toneladas), fruta de la pasión (2610 toneladas), limón (1.260 toneladas), sandía (6.143 toneladas), melón (7.290 toneladas), yuca (6.318 toneladas), batata (2.160 toneladas), ñame (4.500 toneladas) y calabaza (2.916 toneladas). Esta regido por la ASOCIACION DE USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO REMIGIO ROJAS. (<http://www.remigiorojas.arredemo.org>).



Sistema de Riego

Capacidad: El Sistema de Riego Remigio Rojas tiene en total 240 socios, con una extensión de 3 mil 200 hectáreas para sembrar; de las cuales 766 hectáreas cuentan con un sistema de riego presurizado.

Cultivos: El área es óptima para la siembra de cultivos tales como arroz, piña, sandía, maracuyá, melón, yuca, tomate, ají, entre otros, y se estima que se puede lograr una producción de 82 mil 371 toneladas de alimentos si se dan todas las condiciones necesarias para lograr la producción.

Servicios: El Sistema de Riego Remigio Rojas cuenta con una planta de empaque de diversos productos, la cual está ubicada en la comunidad de Guácimo, en el corregimiento de Guarumal, en la provincia de Chiriquí.

Situación actual: Actualmente el sistema de riego cuenta con 2 mil 500 litros por segundo de agua para bombear hacia los cultivos, sin embargo, cuando la capacidad de bombeo debe ser de 5 mil litros.

2.9 Métodos de Riego:

Las formas de aplicación y manejo del agua en el cultivo en América Latina, son muy variados dependiendo de la infraestructura desarrollada, el tipo de cultivo y la topografía de la zona. Es factible encontrar desde “terrazas” en valles altos del Perú y Republica Dominicana, hasta métodos de riegos corridos y de aspersión. A continuación los más comunes:

- Inundación continua con lámina estática: en este método el agua es aplicada permanentemente, manteniendo la altura constante. Exige de una buena adecuación y control del riego, pero tiene potencial para rendimientos óptimos. Cuando la lámina es baja, 2.5cms, las plantas tienden a ser de menor tamaño, con mayor número de hijos; además de tener menor tendencia al vuelco. Requiere de óptima nivelación y eficiente control de malezas.
- Riego continuo con lamina variable: dentro de este método podría estar la mayor parte de los cultivos con riego en nuestros países. La variación de la lámina obedece a nivelación des uniforme, pendiente dentro de los lotes o melgas y aplicaciones escalonadas del riego que permiten cambios en el nivel de agua. Cuando no se tienen problemas por nivelación y la frecuencia de aplicación es adecuada, sin permitir secar el suelo, el potencial de rendimiento es alto. El consumo de agua es variable, reportándose gastos de agua entre 8 y 15.000 m³/ha.
- Riego rotacional: se diferencia del anterior en que la frecuencia de aplicación es amplia, permitiendo secar el suelo entre riegos.

Las plantas son más cortas y las malezas son favorecidas. Algunos ensayos muestran que cuando se permite secar el suelo para volver a inundarlo, las cantidades de agua utilizada por el cultivo son mayores y el rendimiento puede verse afectado, especialmente cuando se tiene “stress” de humedad durante la fase reproductiva.

- Riego corrido: sistema muy utilizado en Colombia en suelos no sometidos a nivelación. Se practica este método levantando pequeños diques, con tractor o pala, para distribución del agua, siguiendo las curvas a nivel. El agua es aplicada en el sitio más alto del lote y llevada de una franja a otra por rebosamiento en los muros. El método no permite embalsar o tener una lámina de agua, salvo en sitios bajos, al lado de los caballones o en áreas con mínima pendiente.

En lotes inclinados existe riesgos de erosión, especialmente cuando se rompen los diques altos. Según la forma como el agua se suministre hay dos sub-métodos; el agua es aplicada continuamente sin permitir que el suelo se seque, o el agua es aplicada rotacional y el cultivo puede sufrir deficiencia, especialmente en partes altas del terreno. En ambos casos se tiene un potencial para rendimientos altos, pero el segundo puede tener reducciones, especialmente en épocas muy secas.

Las malezas son un factor crítico en ambas formas de cultivo. Utilizando este método, los distritos de riego en el Tolima reportan un gasto promedio de 14.300 m³ de agua por hectárea (Colombia,1980). En la misma zona los agricultores que “fanguean” solo emplean 7 a 8.000 m³/ha.

Los problemas que tienen estos métodos, en general son :

- 1- Altos requisitos de mano de obra especializada en manejo del riego
- 2- Incremento en el gasto de agua por escorrentía y pérdida de conducción.
- 3- Mayor problema con malezas, por germinación escalonada, haciendo difícil un control eficiente.

3. Materiales y Métodos

Materiales de campo:

- Cilindros infiltró metros
- Molinetes o correntómetros
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Machete
- Pala
- Tensiómetros de 15cm (1) , 36cm (1) , 24cm (1) y 90cm (1)
- Barrenos para muestras de suelo
- Equipo para tomar muestras no alteradas (D.A)
- Envases para muestras, etiquetados, cerrados, y titulados
- GPS
- Mapas topográficos e imágenes satelitales
- Registros climáticos de la estación más cercana

Materiales de laboratorio:

- Análisis físico
- Balanza, horno
- Centrífuga
- Invernadero para pruebas de punto de marchitez y marchitez permanente.

3.2 Metodología:

El proyecto de Riego Remigio Rojas, se construyó en el periodo del expresidente Martin Torrijos a un costo de 86 millones de dólares. El mismo se basa en un sistema de riego mediante la captación del agua en el rio chico, la misma es captada a través de la construcción de una represa que eleva el nivel del agua, la cual es conducida a las tinas de sedimentación donde se depositan las partículas de arena y otros elementos, evitando así que los canales de conducción sean afectados por problemas de sedimentación. El mismo se compone de un canal de conducción, un canal principal, canal secundario, canal terciario y sub canales. Estos canales se encuentran revestidos de hormigón lo que reduce la perdida por infiltración.

Con este sistema se ven beneficiados 325 productores, ya sea por riego por gravedad y riego por bombeo de motores de combustible, y sistemas de riego localizados. Con los cuales se logra regar 3200 hectáreas, tanto en época seca como en estación lluviosa, de los cuales el sistema tiene una capacidad actual de producción de 1300 hectáreas de arroz y en promedio 601 para la segunda coa. En la región de la Martina se maneja un promedio de 375 hectáreas regadas.

El proyecto de investigación en campo fue desarrollado en la Región de la Martina, ubicada en la provincia de Chiriquí, Distrito de Alanje, durante el periodo académico de mayo a septiembre.

Para esta investigación se seleccionó un canal terciario de abastecimiento, el mismo fue dividido en dos partes, Martina arriba y Martina abajo, se seleccionaron 10 puntos de muestreo basados en los principales cultivos establecidos en esta región, cabe mencionar:

- Arroz: al inicio, y al final. – Guandú
- Maíz.
- Caña de azúcar.
- Pasto de corte.
- Pastoreo

En cada punto de muestreo se realizaron distintas pruebas de campo cada una con su metodología específica, descritas a continuación:

- **3.2.1 Determinación de la velocidad de infiltración de los suelos:** la infiltración es el proceso que provee de humedad al suelo y abastece las aguas subterráneas; las que regulan y mantienen los caudales en tiempo de estiaje, reduce las inundaciones y la erosión del suelo. La infiltración es extremadamente importante, ya que constituye la pérdida mayor y significativamente del agua.

La infiltración del agua en el suelo también es importante en el manejo del agua en la agricultura y la conservación de suelos; ya que esta determina la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello el peligro de erosión hídrica. Por lo tanto en el manejo de suelo y agua para riego, drenaje o conservación de suelos, la velocidad de infiltración es un parámetro básico para el diseño de sistemas de riego, obras de drenaje, estructuras y obras de conservación de suelo.

Materiales y procedimiento:

1. Juegos de cilindros infiltro metros concéntricos con bordes cortantes.
2. Mazo de hierro para introducir los cilindros.
3. Escalímetro y gancho medidor tipo anzuelo.
4. Cronómetro, plástico y recipientes con agua.

Se seleccionó un área de 2 metros x 2 metros, totalmente plano que no esté disturbado, se coloca el primer cilindro a una profundidad de 15 cm mediante golpes moderados con el mazo de hierro, manteniendo el nivel, se procede a introducir el cilindro más pequeño a una profundidad de 10cm, se procede a colocar el plástico en el cilindro de menor tamaño a el cual se le agregan 12cm de agua, y el cilindro de mayor tamaño se llena con 10 cm de agua y se procede a retirar el plástico al mismo tiempo, una vez retirado el plástico se procede a hacer la primera lectura con el Escalímetro colocado en la escala de 1 en 100 y el gancho tipo anzuelo, este proceso es repetido a intervalos de 2 minutos, los

primeros 10 minutos, el resto será realizado en intervalos de 10 minutos por mínimo dos horas continuas.

La ecuación para calcular la infiltración: $F_m = Kt^n$ donde K y n son parámetros que dependen de la naturaleza del suelo, t es el tiempo y F_m es la infiltración acumulada.

Se procede a tabular la información en un cuadro para cada de las mediciones con las cuales se va a obtener: A- lámina acumulada B velocidad de infiltración instantánea y C velocidad de infiltración promedio.

- Promedio = $\frac{\text{Lamina acumulada} \times 60}{\text{Tiempo acumulado}}$
- Instantánea = $\frac{\text{Lamina} \times 60}{\text{Tiempo}}$

Ejemplo:

Hoja de cálculo

N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo acumulado	Lamina (cm)	Lamina acumulada	Vel. Inf. Prom.	(cm/hr) Instant.
1	8:39	15	—	0	0	—	—	—
2	8:40	16	1	1	1	1	60	60
3	8:41	16.5	1	2	0-5	1.5	45	30

Suelo arcilloso

Infiltración lenta – de 2.5 cm/hr

Muy lenta – de 0.25cm/hr

Suelo Arenoso

Rápida > (2.5cm/hr)

- **3.2.2 Densidad aparente:** de acuerdo con la formula base-densidad = masa/volumen, se tiene que en el suelo la densidad aparente es igual a la masa del suelo seco (sin tomar en cuenta la masa del agua y desestimado la masa del aire) comprendido en una unidad de volumen conocido que fue tomado bajo condiciones de campo. Este volumen en el momento del muestreo incluye tanto la parte solida del suelo como la porosa, por lo que esta densidad es llamada “aparente”. De acuerdo a forsythe (1985), el conoce la densidad aparente sirve para:

1-transformar los porcentajes de humedad gravimétrica del suelo en términos de humedad volumétrica y luego poder calcular la lámina de agua.

2-calcular la porosidad total de un suelo usando también el dato de densidad de partículas.

3-como un índice del grado de compactación del suelo.

4-como ayuda a estimar el peso de la capa arable.

Materiales y Procedimientos:

Cilindros de acero (diámetro de 5cm a 7.5cm), calicata, papel aluminio, bolsas plásticas, horno de 110°C, balanza con 0.01g de precisión.

En el campo la toma de muestras puede ser por horizontes o bien por profundidades. Se introduce el cilindro muestreador en el suelo con golpes similares en fuerza y frecuencia, cuando el cilindro está lleno, se saca del suelo con ayuda de una pala, se limpia cuidadosamente, se corta el sobrante del suelo de los bordes del cilindro con la ayuda de un cuchillo y se forra con papel aluminio y se guarda en una bolsa plástica. Se lleva a el horno a 110°C por 24 horas, se retira del horno y se deja enfriar, se procede a pesarla en la balanza pesando el papel, el cilindro con suelo y posteriormente el cilindro vacío, se calcula el volumen con la fórmula: $vol = \pi \times d^2 \times h$. Donde d= al diámetro y h=la altura. La división entre la masa del suelo seco y el volumen del cilindro correspondiente y se obtiene la densidad aparente.

Ejemplo:

Datos de la densidad Aparante									
Muestra n°	Profundida d cm	Peso de Cilindro (g)	Peso de Cilindro y suelo (g)	Peso del Papel aluminio (g)	Peso del suelo (g)	Altura del cilindro (g)	Diametro del cilindro	Volumen cm3	Densidad del suelo
#001	0-15	192.4	535	1.8	340.8	6.5	7.3	272	1.252941176
#001	15-30	248.3	577.3	1.8	327.2	6.5	7.3	272	1.202941176

3.2.3 Capacidad de Campo: La humedad del suelo vista como una cantidad de agua en el suelo, puede ser expresada de forma gravimétrica, volumétrica y como lámina de agua presente en el suelo. La misma puede medirse en (milímetros, centímetros o metros). Es la forma más sencilla de medir el agua y se refiere a la masa del agua con relación a la masa de suelo seco. Esta puede ser expresada como porcentaje o bien en fracciones. Se calcula aplicando la formula siguiente:

$$\% \text{humedad} = \frac{\text{suelo húmedo} - \text{suelo seco al horno}}{\text{Suelo seco al horno}} \times 100$$

Materiales y Procedimiento

Bolsas plásticas, recipiente para secado en el horno, balanza graduada. Pala o barreno.

Cuando la muestra de suelo es tomada en el campo, esta debe ser conservada inmediatamente en una bolsa plástica sellada debido a que la humedad puede variar rápidamente luego del muestreo, ya en el laboratorio se pesan los gramos de suelo necesarios. Se colocan en los recipientes para ser secados, por 24 horas a 110°C para obtener el peso constante.

Nota: el sitio de muestra se prepara limpiando un cuadrado de 2m x 2m, se le construye pequeños muros al cuadrado se le procede agregar agua hasta establecer una capa superficial este cuadrado es tapado con pastico por al menos 48 horas, el pastico evita el ingreso y perdida de agua en el sitio, la muestra es tomada mediante una pala o barreno y colocada en una bolsa plástica se recomienda usar bolsas de sellado hermético.

Ejemplo:

Datos de Humedad Grabrimetrica							
Muestra n°	Profundidad cm	Peso del Embase	Peso suelo Humedo	P. suelo humedo y Embase	P.suelo seco y Embase	Peso suelo seco	% de Humedad
#001	0-15	30 g	40g	70g	60g	30g	33
#001	15-30	29g	40g	69g	59.8 g	30.8g	29.8
#002	0-15	32.48g	40g	72.48g	63.30g	30.82g	29.8
#002	15-30	24.43g	40g	64.43g	56.14g	31.7g	26.2

Donde

$$\% \text{humedad} = \frac{40g - 30g}{30g} \times 100 = 33.33\% \text{ de humedad.}$$

3.2.4 Punto de Marchitez Permanente (P.M.P): El punto de marchitamiento permanente es el punto de humedad mínima en el cual una planta no puede seguir extrayendo agua del suelo y no puede recuperarse de la pérdida hídrica aunque la humedad ambiental sea saturada. El método que se utilizo es el método del girasol y la cámara humedad.

Materiales y Procedimiento

- 1- Llenar un recipiente de siembra. Con suelo pasado por un tamiz de 2mm. El suelo secado al aire se vierte en forma uniforme en el recipiente. Sembrar 3 o 4 semillas de girasol enano en el recipiente y cubrir con una tapa agujereada en el centro. Humedezca el suelo colocando el recipiente en una bandeja llana que contenga una lámina de unos 2.5cms. de solución nutritiva; tan pronto como el agua alcance la superficie del suelo remueva el recipiente y colóquelo a la luz.
- 2- Cuando las plántulas tengan varios centímetros de alto, deje en cada recipiente una sola planta saludable. Suministre agua por capilaridad cuando sea necesario y deje crecer las plantas que el tercer par de hojas se haya desarrollado.
- 3- Finalmente trate de evitar las perdidas por evaporación ajustando con algodón el tallo de la planta suspenda el suministro de agua y deje crecer las plantas hasta que las hojas apicales se marchiten. Cuando esto ocurra coloque por 24 horas las plantas en una cámara húmeda. Si las hojas apicales se vuelven túrgidas coloque la planta en el invernadero por un día más. continúe este procedimiento hasta que las hojas apicales no se tornen túrgidas al ser colocadas en la cámara húmeda.
- 4- Tomar una muestra del suelo y determine su contenido de humedad (descarte los 2.5cms superiores). El valor obtenido será el punto de marchitez permanente del suelo utilice la siguiente formula.

$$\% \text{ humedad } = \frac{\text{P. suelo húmedo} - \text{P. suelo secado al horno}}{\text{P. suelo secado al horno}} \times 100$$

Ejemplo:

$$\% \text{ humedad} = \frac{20\text{g} - 17.86\text{g}}{17.86\text{g}} \times 100 = 11.98 \%$$

Punto de marchitez							
Muestra n°	Profundidad cm	Peso del Envase (g)	Peso suelo Húmedo y Envase (g)	P. suelo húmedo Envase (g)	P.suelo seco y Envase (g)	Peso suelo seco (% de Humedad)	
#001	0-15	29.04	20	49.04	46.9	17.86	11.98208287
#001	15-30	29.1	20	49.1	46.75	17.65	13.31444759
#002	0-15	32.34	20	52.34	50.77	18.43	8.518719479
#002	15-30	32.31	20	52.31	50.62	18.31	9.229929001

3.2.5 Tensión del Suelo: El potencial matrico (ψ_m) es la porción del potencial total del agua del suelo (ψ_H) que se atribuye en la succión o atracción del agua por la matriz del suelo. Es la presión o la tensión de humedad que se desarrollaría en una columna de suelo en contacto con el agua por efecto de los poros capilares. La tensión de humedad del suelo aumenta inversamente en valor absoluto con el diámetro de los poros capilares, los que son menores en los suelos de textura fina. Por esta razón la tensión de humedad, el contenido de agua será mayor en un suelo arcilloso que en aquellos de textura gruesa. La tensión de humedad, en síntesis es la medida de la fuerza con que el agua es retenida en el suelo y representa la fuerza por unidad de área que debe aplicarse para extraerla.

Materiales y Procedimiento

Un tensiómetro es un instrumento que mide el estado energético del agua del suelo. No mide la cantidad de agua presente en el suelo, pero mide la cantidad de trabajo que la planta debe ejercer para extraerla. Esta energía esta en relación directa con el contenido de humedad. El mismo consiste en un tubo lleno de agua, en uno de sus extremos tienen adaptado una capsula de cerámica porosa y en el otro una tapa hermética removibles. En su extremo superior tiene acoplado un manómetro, que puede ser de mercurio o de vacío.

Como instalar el tensiómetro en campo:- El tensiómetro se instala en el campo abriendo un agujero de diámetro ligeramente mayor.

-introducimos el tensiómetro con la capsula orientada hacia abajo y apretamos fuertemente para conseguir un buen contacto.

-finalmente llenamos el espacio libre del agujero con algo de suelo disuelto en agua, dejamos el aparato instalado en el campo por toda una noche antes de efectuar la primera lectura.

-el tensiómetro debe leerse un minimo de 3 veces por semana. Las lecturas se pueden llevar a papel milimetrado con lo que obtiene curvas de uso consuntivo del agua; de esta forma se puede programar por anticipado la aplicación del agua al campo.

Nota: antes de instalar los tensiómetros en el campo, estos deben ser preparados adecuadamente de la siguiente forma: remover la tapa del aparato y sumergir el extremo poroso en agua libre de aire (hervida) por 24 hrs. Utilizando una bomba de succión aplicar succión para remover las burbujas de aire atrapadas en ña capsula porosa. Llenar el tensiómetro con agua desairada y aplicar succión nuevamente. Colocar un paño húmedo alrededor del extremo poroso y trasladar los instrumentos al campo.

La fórmula para la lectura correcta del tensiómetro es la siguiente:

$$LC = L.O.C - L.O.T.S$$

Donde: LC= lectura corregida.

L.O.C = lectura observada en el campo.

L.O.T.S= lectura observada con el tensiómetro sumergido en agua corriente.

Ejemplo:

Tensiómetro a 15cm profundidad arroz de 22 días					
Día	L.O.C	Sin Riego	Con Riego	L.O.T.S	L.C
18-ago	2	x		2	0
19-ago	4	x		2	2
20-ago	4	x		2	2
21-ago	6	x		2	4
22-ago	8	x		2	6
23-ago	10	x		2	8
24-ago	2		x	2	0
25-ago	2		x	2	0

3.2.6 Método de Aforo de Caudal. En las regiones del país, el agua es un recurso muy valioso, especialmente por los usos a que se destina, como son: agrícola, pecuario, consumo humano, industrial, generación de energía, y otras; el agua como factor principal en la producción agrícola debe ser racionalizada, de tal forma que permita obtener un uso eficiente, por lo anterior es necesario conocer la cantidad del agua con que se cuenta, mediante aforos. El aforo del agua para riego en estas regiones, es un problema fundamental, debido a las demandas irregulares de este recurso por los agricultores, que está regido por las necesidades de los cultivos, lo que hace necesario medir constantemente el agua que se utiliza, ya que de esto dependerá el suministro adecuado del vital líquido.

Para el Sistema de Riego Remigio Rojas, se utilizó un sistema de medición del caudal, con la utilización del molinete de copas o de gurley, se seleccionaron 5 puntos de medición los cuales se componen de: el canal de conducción (boca toma), canal principal entrada a Guácimo, canal principal entrada a la Martina. Parcela de producción en la Martina, salida a la quebrada conocida como la Cucha (Guarumal abajo). Ver mapa de puntos de muestreo en el Anexo.

Materiales y Procedimiento.

Molinete de Copas: el molinete de copas consiste de un pequeño impulsor de seis copas de forma cónica y un par de hojas en cruz que se localiza montado sobre un eje vertical. Cuando el aforador es sumergido en el agua en movimiento el eje de copas inicia su giro, una vez efectuado este paso se procede a registrar en el cuentarrevoluciones o registrador electrónico el número de vueltas realizadas por las copas en función del tiempo. En aguas limpias y de baja velocidad las revoluciones pueden ser contabilizadas a simple vista sin embargo en agua turbias o en canales de tierra recién construidos, el molinete no puede ser observado por lo que la determinación de las revoluciones se indica por un sonido producido por el aparato cada 1, 5, 10 vueltas estos giros pueden ser escuchados por el operador.

Al momento de realizar el aforo se selecciona un lugar sin afectaciones de corrientes, ni objetos extraños, se mide el ancho del espejo del agua, se procede a establecer las secciones donde se colocara el molinete para el conteo. Si las profundidades son menores del 60cm se multiplicara por 0.4 para sacar la profundidad de observación y si son mayores de 60 cm se multiplicara primero por 0.2 para la observación baja y por 0.8 para la observación alta.

Ejemplo:

Aforo del Canal de Conduccion									
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	V=m/s	Ancho	Q=l/s	Q=l/s corre	
30	0.15	6	28	41	0.464368	0.30	20.8965602	20.8965602	
60	0.38	15.2	41	42	0.66144793	0.30	75.4050642	75.4050642	
90	0.60	24	40	40	0.67744848	0.30	121.940726	121.940726	

3.2.7 Método de Textura (método de Bouyoucos)

El método de Bouyoucos trabaja bien bajo condiciones de muy poca variación de temperaturas y con una concentración máxima de sólidos en suspensión.

Para el desarrollo de esta práctica se utilizó el método tradicional de bouyoucos con tiempo mínimo de lectura de dos horas, con esta práctica se logró determinar los componentes: arena, limo, y arcilla y a la vez la clase textural de los diferentes sitios de muestreo que son de importancia agrícola.

Materiales y procedimiento:

Materiales: Cilindros de sedimentación (1L), hidrómetro, vasos de agitación, termómetro, agitador vertical, y contenedores de 10,000 ml .

Reactivos: soluciones dispersantes, alcohol amílico.

Procedimiento: pese 40g de suelo secado al aire libre y pasado por un tamiz, coloque la muestra en el vaso de agitación con 200 ml de agua destilada y 10ml de la solución dispersante, licue por 10 minutos en un vaso de licuadora de suelo traspase a los contenedores de 10,000ml afore hasta los 10 mil, con el agitador agite por 40s y coloque el hidrómetro, lea la lectura retire el hidrómetro, tome la temperatura y deje reposar por dos horas y vuelva a medir con el hidrómetro y tome la temperatura.

Nota: si al momento de aforar hasta los 10000 y agitar los 40 segundos con el agitador, de haber presencia de espuma colocar unas gotas de alcohol amílico para lograr una buena lectura.

3.3 Parámetros a evaluar:

- Aforo del canal de conducción principal y canal secundario, durante el mes de septiembre durante la temporada de cultivo.
- A nivel parcelario se determinó:
 - La capacidad de infiltración
 - Aforo de escorrentía
 - Capacidad de campo y punto de marchitez y permanente
 - Profundidad de mojadura
 - Tención de humedad del suelo (tensiómetro) a 15 cm, 36cm, 24, y 90 cm de profundidad. Registrado cada día durante un mes de la temporada de cultivo.
 - Análisis físico-químico del suelo a profundidad, de 0 a 15 cm y de 15 a 30cm.
 - Textura del suelo, Densidad aparente, Capacidad de campo, agua infiltrada, P.M.P.(punto de marchites permanente), humedad del suelo.
 - Análisis de contenido de macro y micro nutrientes en el suelo
 - Calculo de la demanda de agua de riego en la región.
 - E.T.P (evapotranspiración)
 - E.T.C. cultivo
 - Teórico – módulo de riego, lit/seg/ha multiplicados por el área de riego.

4 RESULTADOS:

La ejecución de esta investigación permitió la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería en Cuencas y Ambiente

En el sistema de riego Remigio Rojas se seleccionó un canal terciario de riego en el mismo se toman 10 sitios de muestreo, los cuales fueron divididos en 5 en la parte final y 5 en la parte inicial, estos sitios fueron seleccionados de acuerdo a los cultivos más predominantes en la zona.

Prueba de Infiltración:

Al momento de calcular la velocidad de infiltración y la lámina acumulada es importante saber que se necesitan encontrar componentes como la K, n, K' para ello se usan las siguientes formulas.

$$\text{Vel.inf} = KT^n$$

$$\text{Lam.Acumu} = K'T^{n+1}$$

$$n = \frac{\sum x.y - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad (n \text{ seria el número de pares en la medición})$$

$K = \bar{Y} - n \bar{X}$ (n seria la sacada con la formula superior cabe menciona que se usan los datos promedios del cuadro de logaritmos, ver los anexos.

$$K' = \frac{K}{(n + 1) * 60}$$

Cuadro 1: Resultados de la infiltración en el punto 1 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Agustín Ruedas.

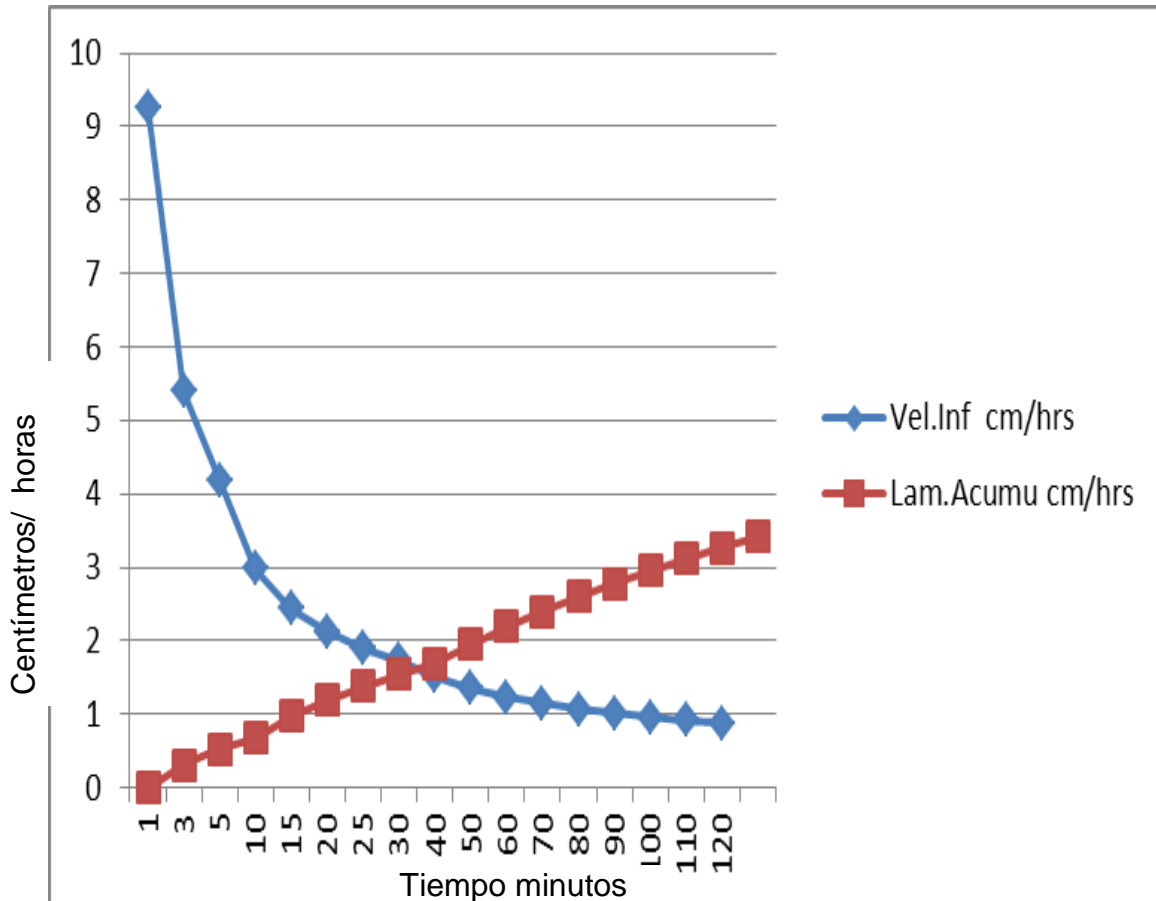
Infiltración punto 1		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	9.26	0.3
3	5.39	0.52
5	4.19	0.68
10	2.98	0.97
15	2.44	1.19
20	2.12	1.37
25	1.90	1.54
30	1.74	1.69
40	1.51	1.95
50	1.35	2.19
60	1.24	2.40
70	1.15	2.60
80	1.07	2.78
90	1.01	2.95
100	0.96	3.11
110	0.92	3.27
120	0.88	3.41

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Agustín Ruedas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0333295, 0924724.

N=	-0.492
K=	9.26
k' =	0.3

El cuadro 1, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 1: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, como decrece, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Agustín Ruedas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0333295, 0924724.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°1)

Cuadro 2: Resultados de la infiltración en el punto 2 de muestreo en la región de la Martina. Finca de la señora Venera Rueda.

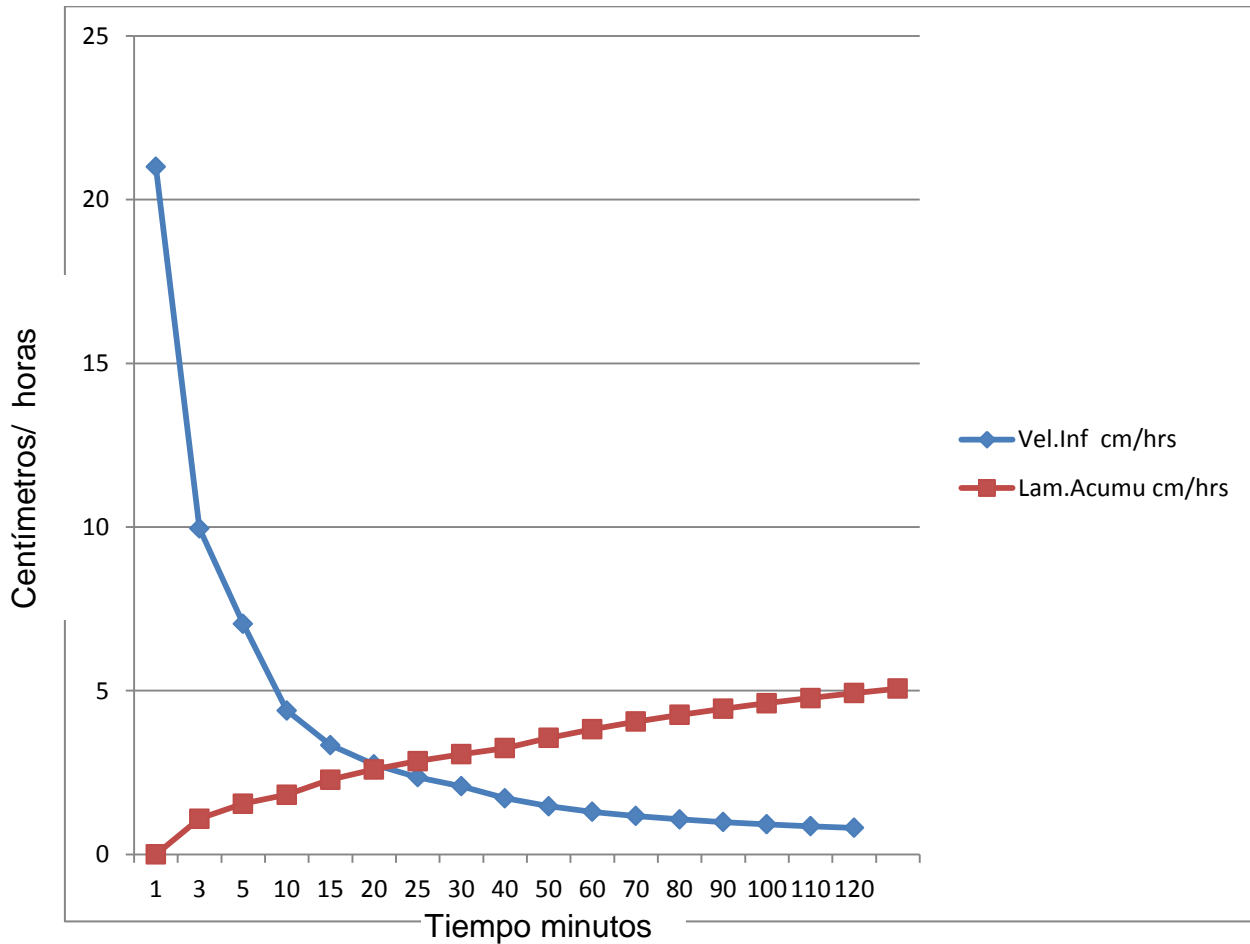
Punto 2		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	21	1.09
3	9.96	1.55
5	7.04	1.83
10	4.40	2.28
15	3.34	2.60
20	2.75	2.85
25	2.36	3.06
30	2.09	3.25
40	1.72	3.56
50	1.47	3.83
60	1.30	4.06
70	1.17	4.26
80	1.07	4.45
90	0.99	4.62
100	0.92	4.78
110	0.86	4.93
120	0.81	5.07

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca de la Sra Venera Rueda.
(Chiriquí 2015) Coordenadas, UTM 17P 0329681, 09216679.

N=	-0.679
K=	21.0
k'=	1.09

Cuadro n° 2 muestra la velocidad de infiltración en el tiempo y la lámina acumulada que se va estableciendo a lo largo del tiempo

Grafica 2: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo



Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca de la Sra Venera Rueda.
(Chiriquí 2015) Coordenadas, UTM 17P 0329681, 09216679.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°2)

Cuadro 3: Resultados de la infiltración en el puntos 3 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Agustín Ruedas.

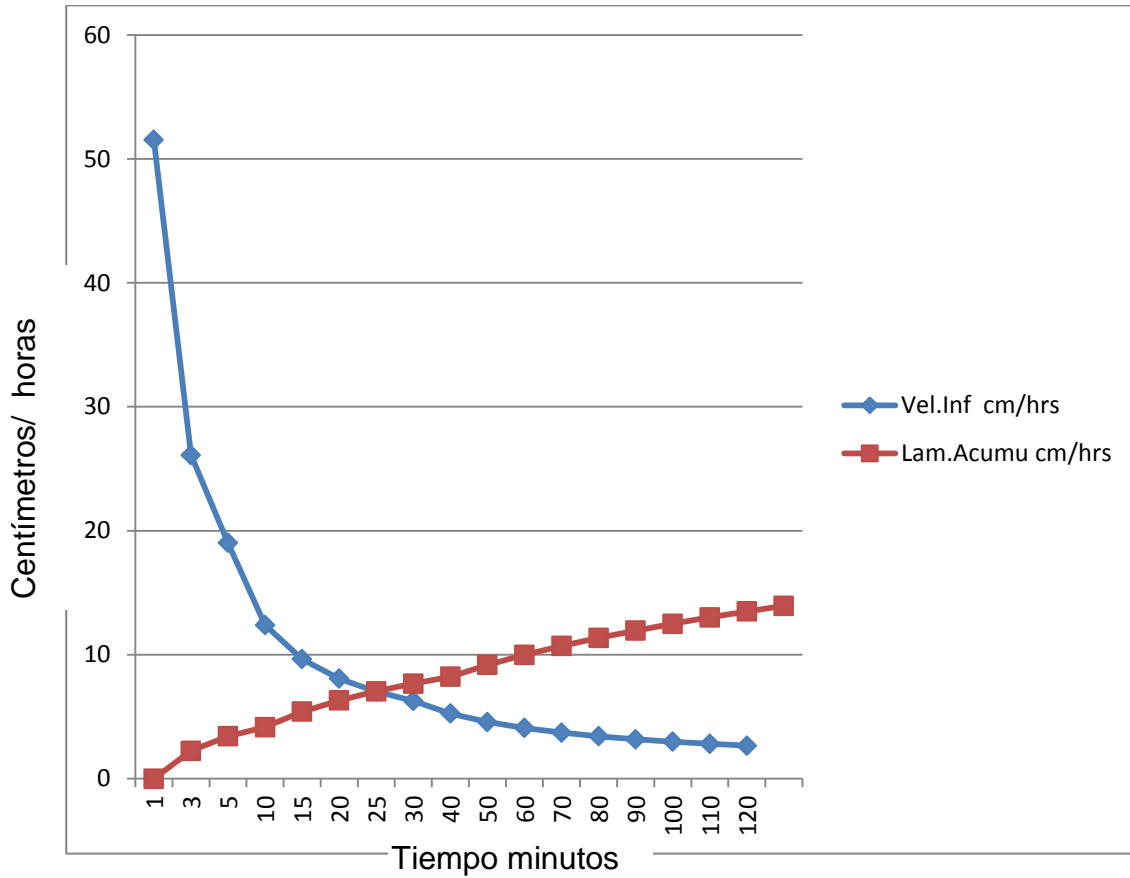
Punto 3		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	51.52	2.25
3	26.10	3.42
5	19.02	4.15
10	12.39	5.41
15	9.64	6.31
20	8.07	7.04
25	7.03	7.67
30	6.28	8.22
40	5.25	9.17
50	4.57	9.99
60	4.09	10.71
70	3.71	11.35
80	3.42	11.95
90	3.18	12.50
100	2.98	13.01
110	2.81	13.49
120	2.66	13.94

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Agustín Ruedas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0329612, 0921726.

N=	0.61957398
k=	51.52
K'=	2.25

El cuadro 3, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 3: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por Ayala en la finca del Sr Agustín Ruedas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p. 0329612, 0921726.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°3)

Cuadro 4: Resultados de la infiltración en el punto 4 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Manuel Rojas. Esta finca está ubicada en un sub-canal del canal terciario.

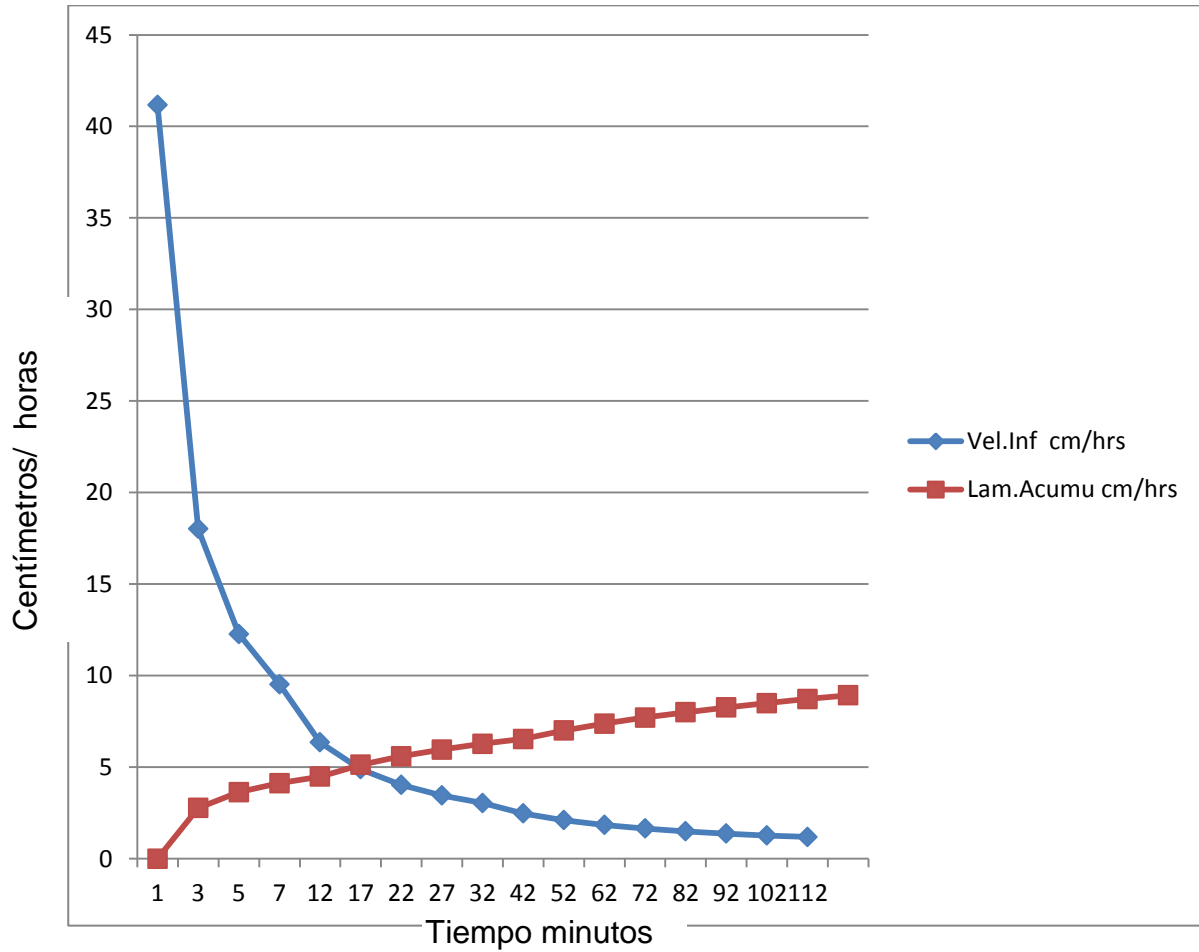
Punto 4		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	41.17	2.77
3	18.02	3.64
5	12.27	4.13
7	9.52	4.49
12	6.35	5.13
17	4.88	5.59
22	4.02	5.96
27	3.45	6.27
32	3.03	6.54
42	2.47	7.00
52	2.10	7.38
62	1.84	7.71
72	1.65	8.00
82	1.49	8.26
92	1.37	8.50
102	1.27	8.72
112	1.18	8.93

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Manuel Rojas . (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0328651, 0921405

N=	-
K=	0.75228357
K' =	41.17
	2.77

.El cuadro 4, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 4: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por Ayala en la finca del Sr Manuel Rojas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p. 0328651, 0921405

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°4)

Cuadro 5: Resultados de la infiltración en el punto 5 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Noro Ruedas.

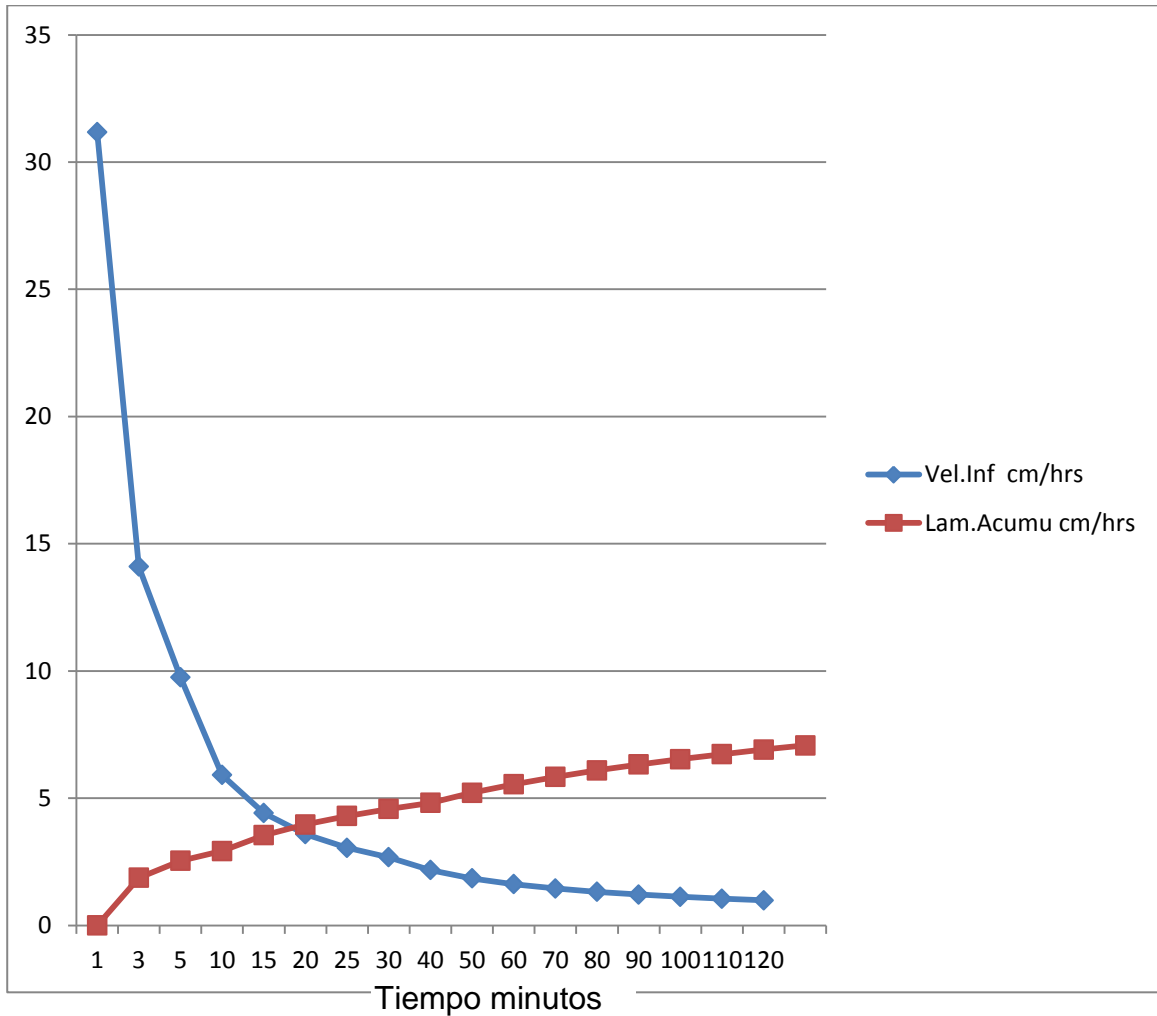
Punto 5		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	31.17	1.87
3	14.10	2.54
5	9.75	2.93
10	5.91	3.55
15	4.41	3.97
20	3.58	4.30
25	3.05	4.58
30	2.67	4.81
40	2.17	5.21
50	1.85	5.55
60	1.62	5.84
70	1.45	6.09
80	1.32	6.32
90	1.21	6.53
100	1.12	6.73
110	1.05	6.91
120	0.98	7.08

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Noro Ruedas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0329165, 0921919.

N=	0.72223384
k=	31.17
K'=	1.87

El cuadro 5, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 5: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por Ayala en la finca del Sr. Noro Rueda . (Chiriquí 2015).
 Coordenadas UTM 17p. 0329165, 0921919.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°5)

Cuadro 6: Resultados de la infiltración en el punto 6 de muestreo en la región de la Martina. Finca de Noro Ruedas.

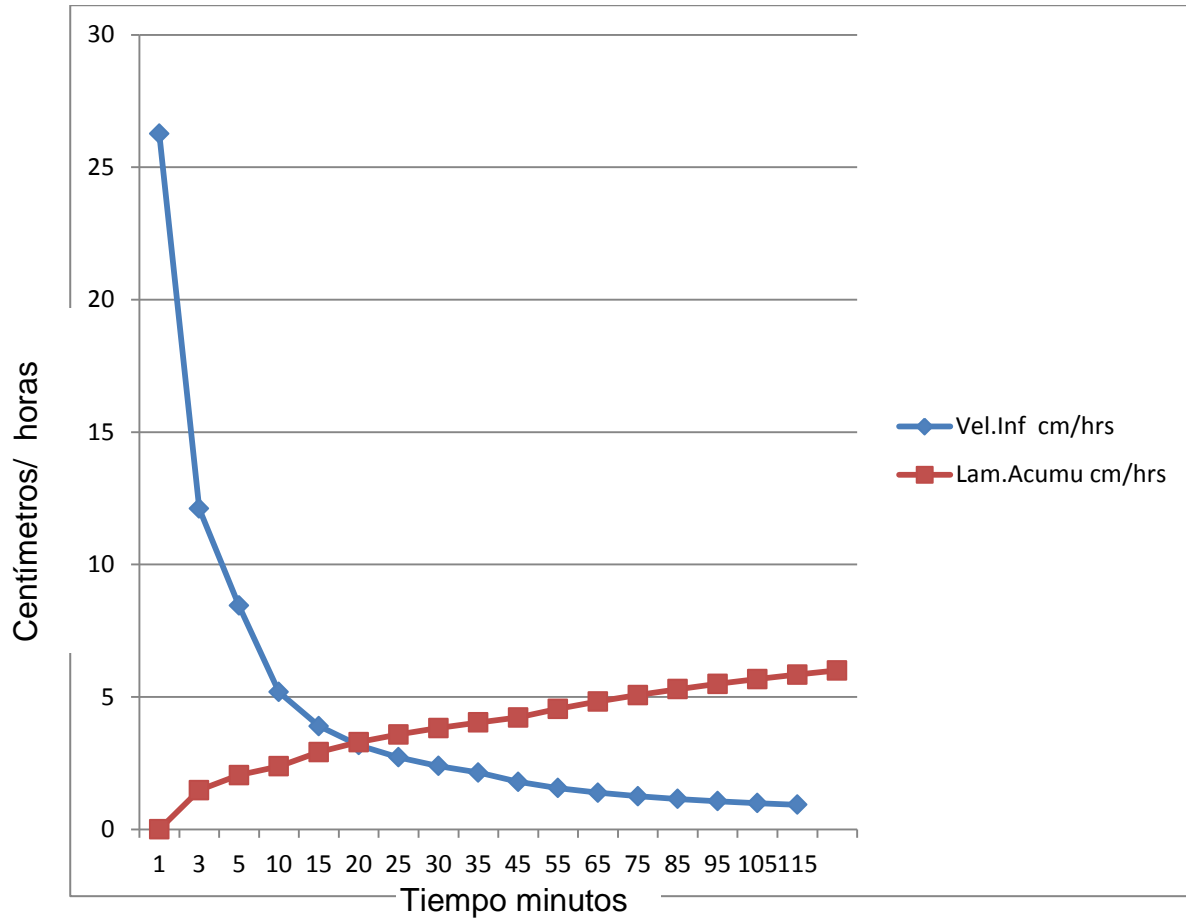
Punto 6		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	26.27	1.48
3	12.11	2.05
5	8.45	2.38
10	5.18	2.92
15	3.89	3.29
20	3.18	3.58
25	2.72	3.83
30	2.39	4.04
35	2.14	4.22
45	1.79	4.55
55	1.56	4.83
65	1.38	5.07
75	1.25	5.29
85	1.15	5.49
95	1.06	5.67
105	0.99	5.84
115	0.93	6.00

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Noro Ruedas. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0328930, 0921949.

N=	-0.7058021
K=	26.27
K'=	1.48

El cuadro 6, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 6: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por Ayala en la finca del Sr. Noro Ruedas. (Chiriquí 2015).
 Coordenadas UTM 17p. 0328930, 0921949 .

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°6)

Cuadro 7: Resultados de la infiltración en el punto 6 de muestreo en la región de la Martina. Parcela de caña (Ingenio Chiriquí). C.A.D.A.S.A.

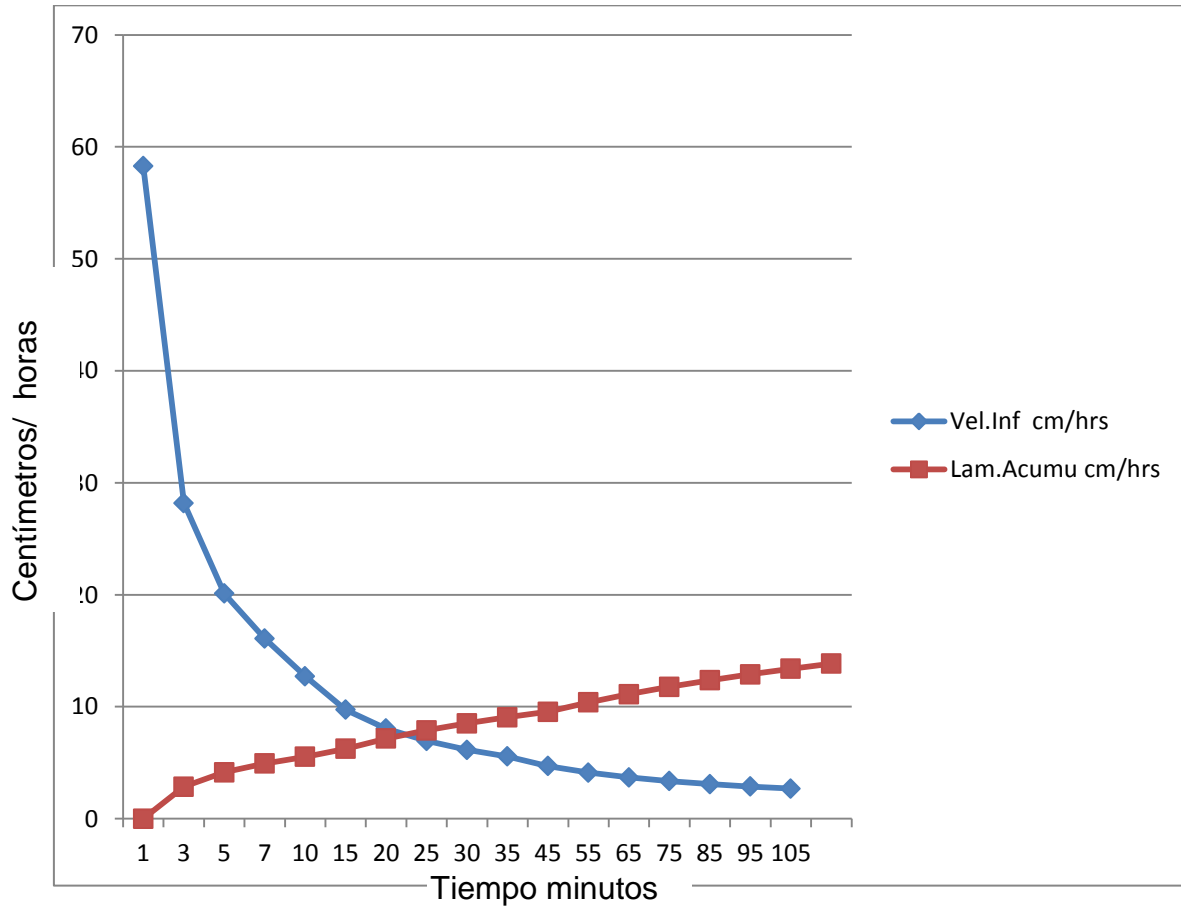
Punto 7		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	58.27	2.86
3	28.19	4.15
5	20.11	4.94
7	16.10	5.53
10	12.72	6.24
15	9.73	7.16
20	8.04	7.90
25	6.94	8.52
30	6.15	9.06
35	5.56	9.55
45	4.71	10.39
55	4.12	11.13
65	3.69	11.77
75	3.36	12.36
85	3.09	12.90
95	2.87	13.39
105	2.69	13.85

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la Parcela de caña (Ingenio, Chiriquí).
C.A.D.A.S.A. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0328385, 0923868.

N=	0.66114605
K=	58.27
k'=	2.86

El cuadro 7, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 7: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por Ayala en. La Parcela de caña (Ingenio, Chiriquí).
C.A.D.A.S.A. (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0328385, 0923868.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°7)

Cuadro 8: Resultados de la infiltración en el punto 8 de muestreo en la región de la Martina. Finca Sr. Gómez.

Punto 8		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	28.16	0.6
3	22.21	1.42
5	19.89	2.12
10	17.13	3.65
15	15.69	5.01
20	14.74	6.28
25	14.05	7.48
30	13.51	8.63
35	13.07	9.74
45	12.37	11.87
55	11.85	13.89
65	11.43	15.83
75	11.08	17.71
85	10.79	19.54
95	10.53	21.32
105	10.31	23.05
115	10.10	24.76

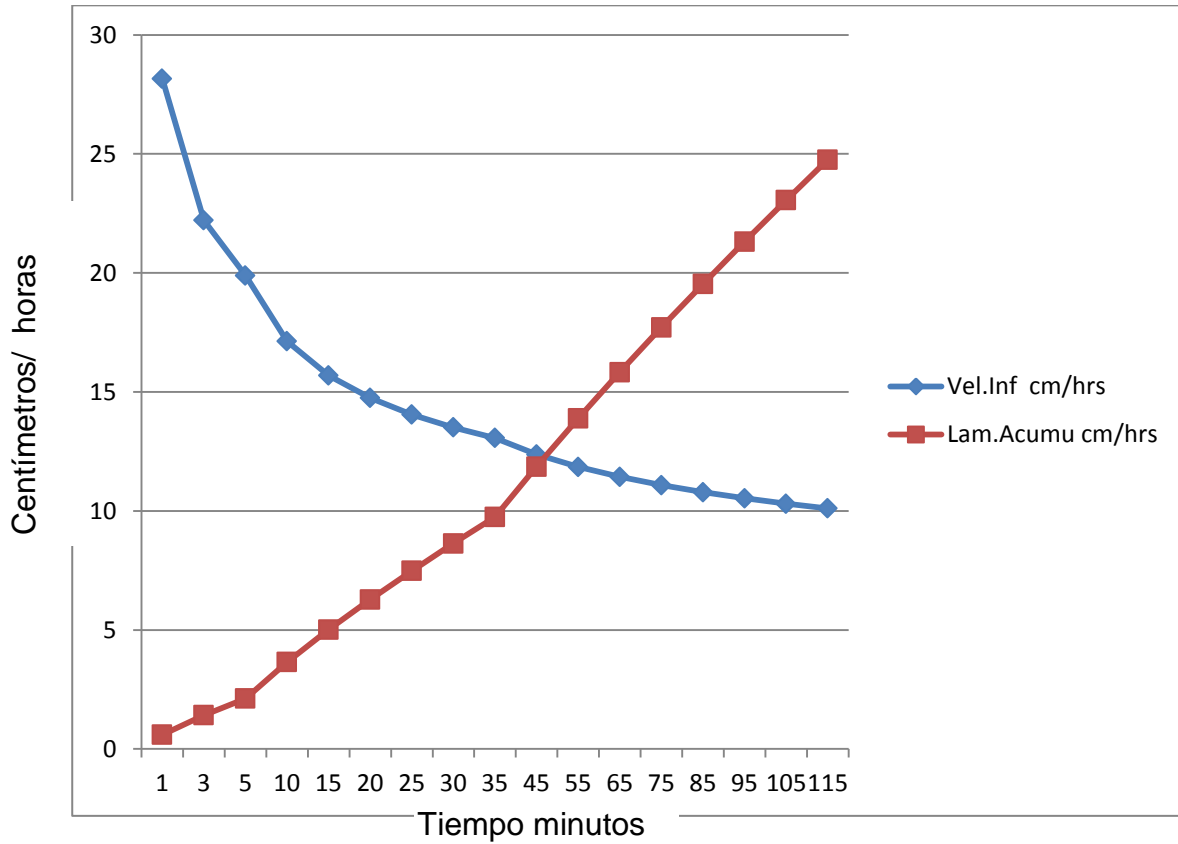
Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Gomez.. (Chiriquí 2015).

Coordenadas UTM 17p 0328635, 0924769.

N=	-
K=	0.21627479
k'=	28.16
	0.60

El cuadro 8, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 8: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Gomez.. (Chiriquí 2015).
 Coordenadas UTM 17p 0328635, 0924769.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°8)

Cuadro 9: Resultados de la infiltración en el punto 9 de muestreo en la región de la Martina. Finca Sr. Aparicio

Punto 9		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	12.5	0.3
3	8.36	0.60
5	6.94	0.83
10	5.38	1.29
15	4.64	1.67
20	4.18	2.00
25	3.85	2.31
30	3.60	2.59
35	3.40	2.86
45	3.10	3.35
55	2.88	3.81
65	2.71	4.23
75	2.57	4.63
85	2.46	5.02
95	2.36	5.38
115	2.20	6.08

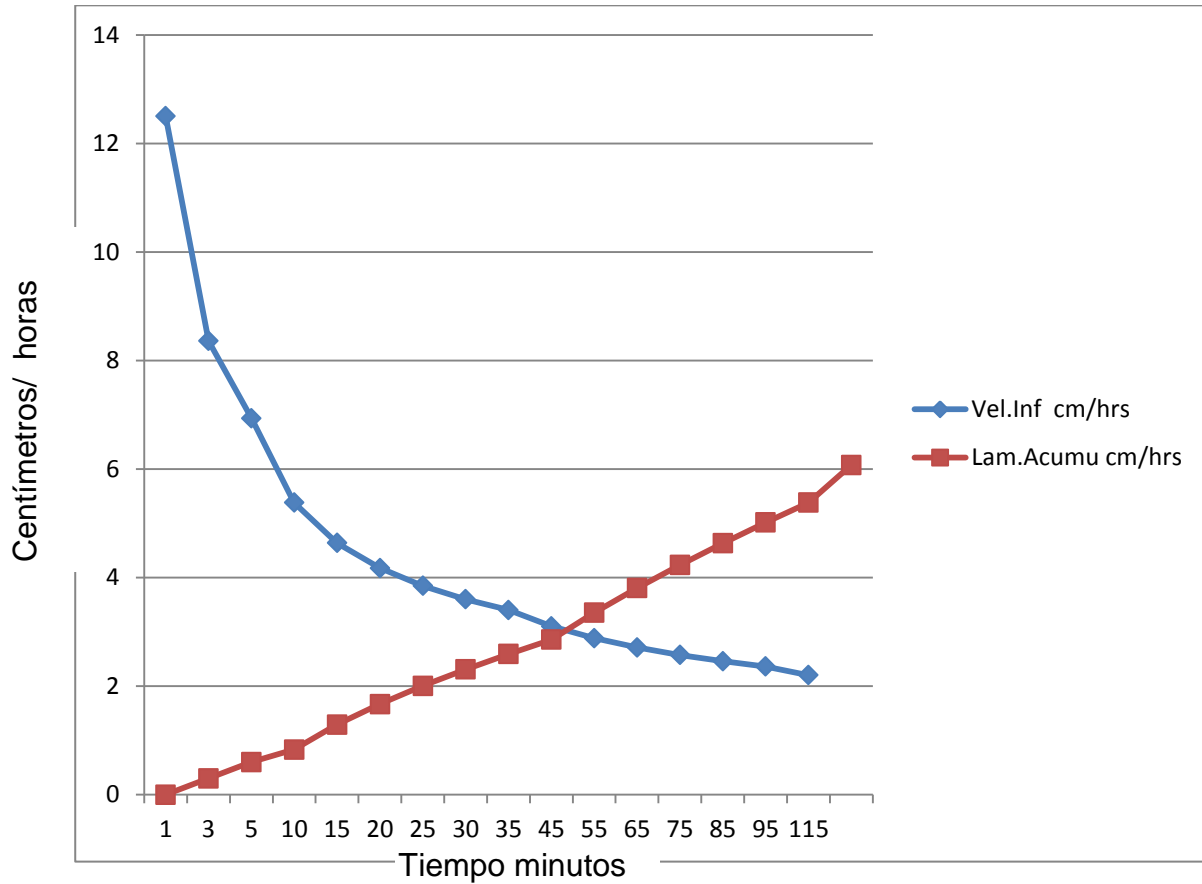
Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Aparicio. (Chiriquí 2015).

Coordenadas UTM 17p 0328894, 0925699.

N=	-
K=	0.36674839
k'=	12.50
	0.33

El cuadro 9, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 9: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Aparicio. (Chiriquí 2015).
 Coordenadas UTM 17p 0328894, 0925699.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°9)

Cuadro 10: Resultados de la infiltración en el punto 10 de muestreo en la región de la Martina. Finca del Sr. Oscar Sánchez.

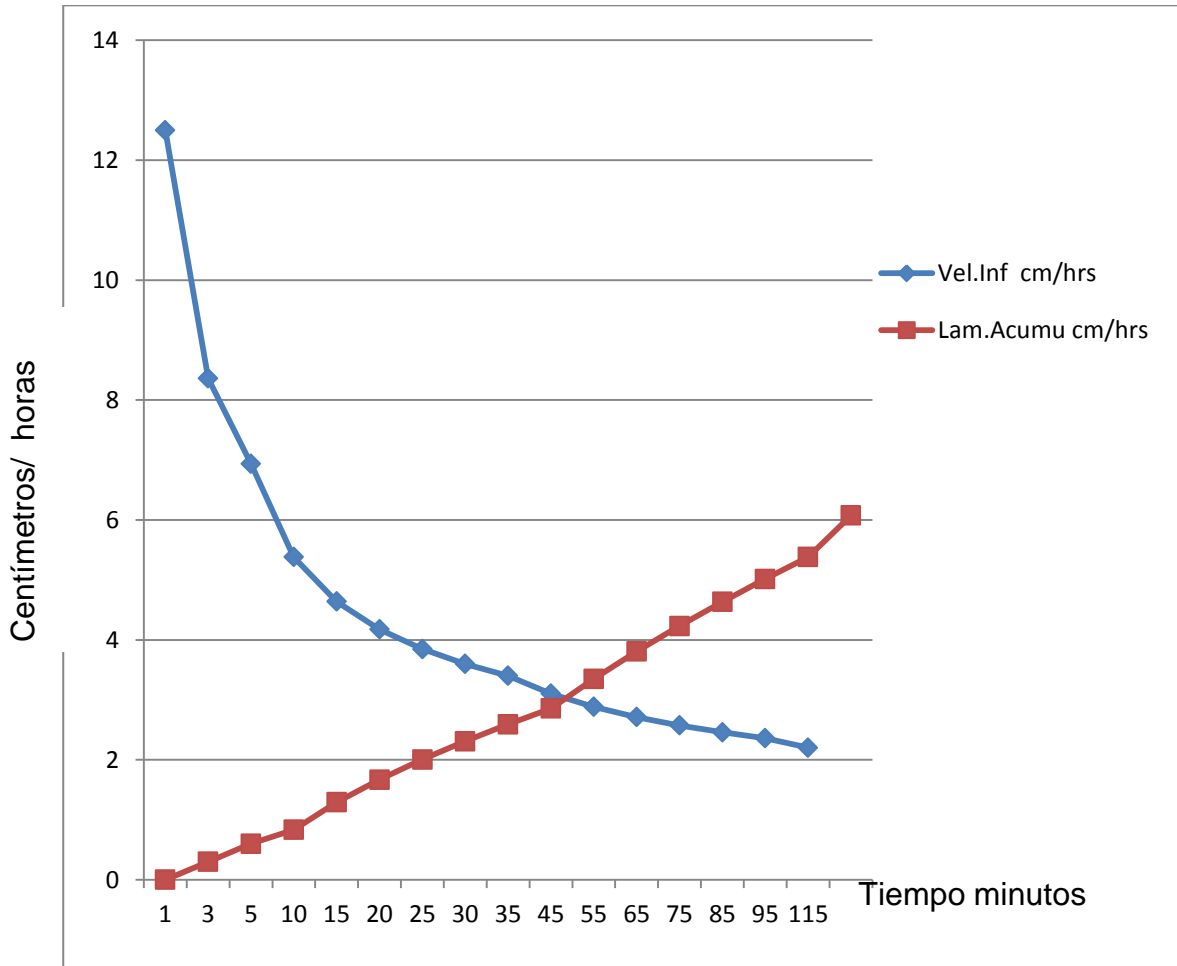
Punto 10		
Tiempo en Minutos	Vel.Inf cm/hrs	Lam.Acumu cm/hrs
0	0	0
1	21.11	1.11
3	9.98	1.57
5	7.04	1.85
10	4.39	2.31
15	3.33	2.63
20	2.74	2.88
25	2.35	3.09
30	2.08	3.27
40	1.71	3.59
50	1.46	3.85
60	1.29	4.08
70	1.16	4.29
80	1.06	4.47
90	0.98	4.64
100	0.91	4.80
110	0.86	4.95
120	0.81	5.09

Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca la Martina arriba . (Chiriquí 2015).
 Coordenadas UTM 17p 0328655,0921409.

N=	0.68157119
K=	21.11
K'=	1.11

El cuadro 10, nos muestra la velocidad de infiltración en cm/h como también la lámina acumulada en el tiempo.

Grafica 10: Muestra de la curva de la velocidad de infiltración, y el aumento de la lámina acumulada a lo largo del tiempo.



Fuente: Muestra tomada por D. Ayala en la finca del Sr Oscar Sánchez . (Chiriquí 2015). Coordenadas UTM 17p 0328655,0921409.

Nota: Ver el cuadro de datos de campo, y el de escala de logaritmo, establecidos en el anexo B. (Datos de infiltración sitio N°10)

DISCUSION:

Infiltración:

- En los diez sitios de muestreo, observamos que la velocidad de infiltración tiene pequeñas variaciones, producto de que predominan las mismas características en el suelo, mismas condiciones climáticas y geológicas.
- No se observan suelos afectados con pedregosidad y cabe mencionar que al momento de realizar las pruebas, ya se habían dado algunas precipitaciones en la región. Y en algunos sitios ya se había pasado maquinaria para preparar el terreno para la siembra.
- Estos suelos presentan velocidades de infiltración en los primeros minutos rápida y a medida que avanza el tiempo presenta una disminución, pero se mantiene constante.

Resultados:

Capacidad de Campo: Se realizó la prueba con la cual podemos determinar el porcentaje presente de humedad en el suelo, la cual no indica la cantidad de agua disponible, esta permite determina la cantidad de agua retenida en el suelo en contra de la gravedad en pocas palabras el punto máximo de retención de humedad en el suelo.

Cuadro 11: Resultados en los 10 sitios de muestreo a capacidad de campo expresada en porcentaje de humedad volumétrica.(a 15 y 30 cm)

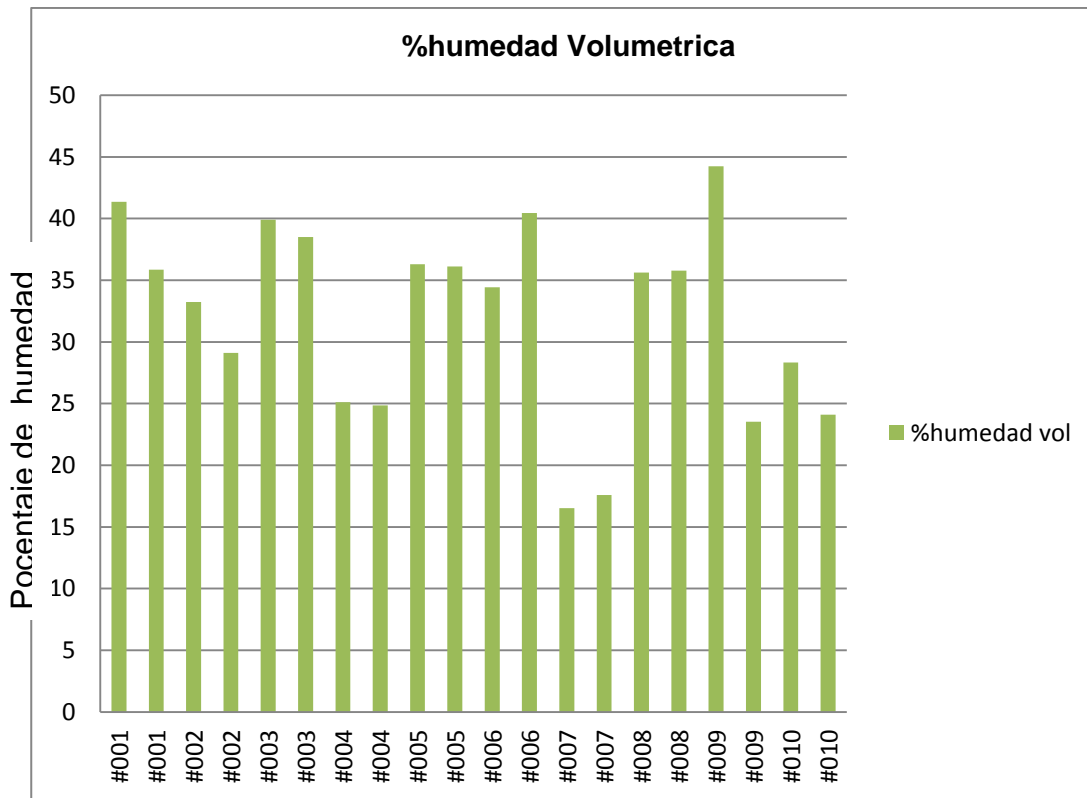
muestra	profundidad m	%humedad gravimétrica	Densidad Aparente g/cm ³	%humedad vol
#001	0.15	33.0	1.25	41.34
#001	0.30	29.8	1.20	35.84
#002	0.15	29.8	1.11	33.24
#002	0.30	26.2	1.11	29.11
#003	0.15	39.1	1.02	39.91
#003	0.30	36	1.06	38.50
#004	0.15	21.2	1.18	25.11
#004	0.30	20.1	1.23	24.84
#005	0.15	29.8	1.21	36.30
#005	0.30	3.04	1.06	36.11
#006	0.15	29.4	1.17	34.43
#006	0.30	32.2	1.25	40.45
#007	0.15	13.6	1.21	16.51
#007	0.30	14.6	1.20	17.59
#008	0.15	31.1	1.14	35.61
#008	0.30	28.2	1.26	35.76
#009	0.15	34.9	1.26	44.23
#009	0.30	21.1	1.11	23.52
#010	0.15	25.5	1.11	28.33
#010	0.30	21.3	1.13	24.09

Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina.

Ver cuadro completo de datos en el cuadro N° 11 de los Anexos C, (capacidad de campo)

Nota: la humedad volumétrica se obtiene con la siguiente formula: $\%Hv=(\%Hg)*(Da/dagua)$
 Donde Da= densidad aparente.
 dagua= 1
 %Hg= humedad gravimétrica.
 Para la lámina de agua se utiliza la siguiente formula.
 Lamina de suelo= %Hv * Profundidad estudiada.

Grafica 11: Capacidad de campo, expresada en porcentaje de humedad volumétrica a dos profundidades en cada sitio de muestreo.



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina.

Densidad Aparente: es un parámetro de importancia de medición en los suelos ya que con ella podemos determinar la porosidad y la masa de suelo, y ayuda a estimar la lámina de agua presente en el suelo combinándola con la humedad volumétrica de capacidad de campo. Esta puede verse afectada en zonas de producción agrícola con el paso constante de maquinaria usada para la labranza del suelo.

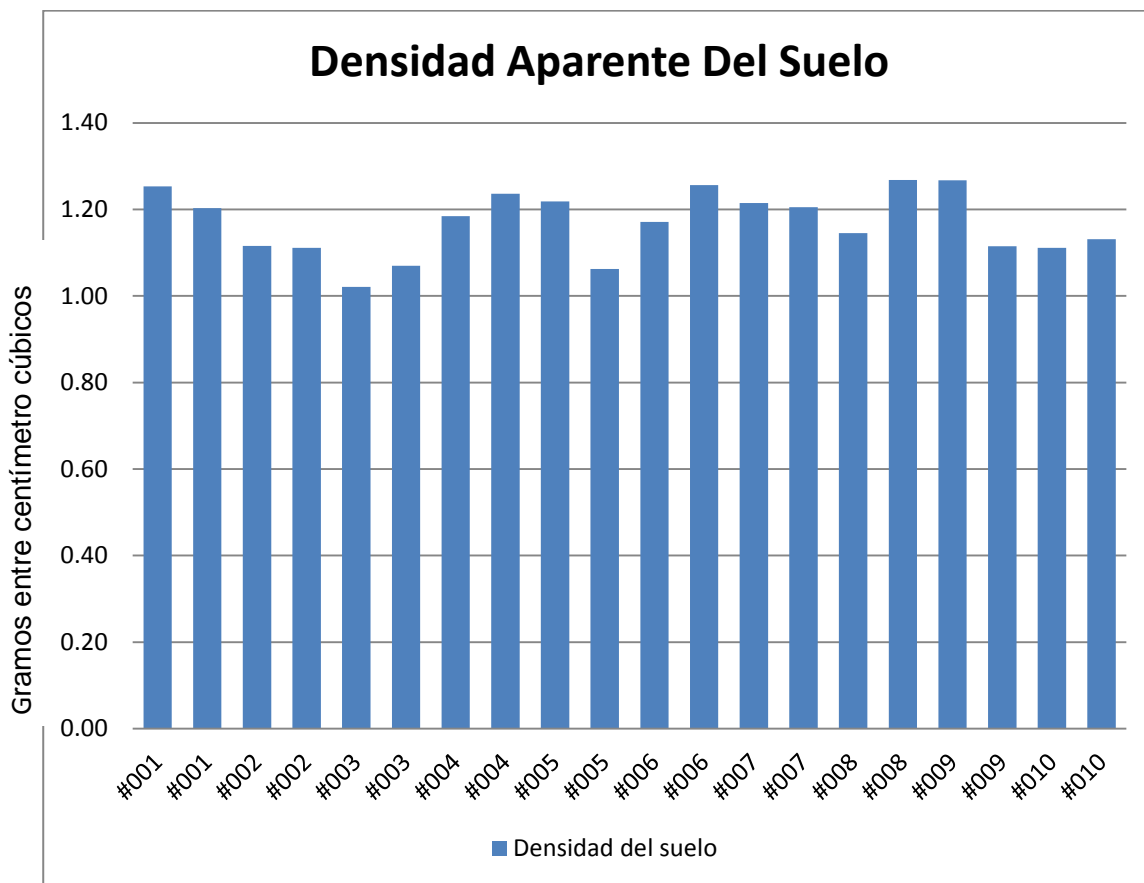
Cuadro 12: Resultados en los 10 sitios de muestreo a densidad aparente expresada en porcentaje de humedad volumétrica. (A 15 y 30 cm)

Datos de la densidad Aparente		
Muestra n°	Profundidad cm	Densidad del suelo g/cm ³
#001	0-15	1.25
#001	15-30	1.20
#002	0-15	1.12
#002	15-30	1.11
#003	0-15	1.02
#003	15-30	1.07
#004	0-15	1.18
#004	15-30	1.24
#005	0-15	1.22
#005	15-30	1.06
#006	0-15	1.17
#006	15-30	1.26
#007	0-15	1.21
#007	15-30	1.21
#008	0-15	1.15
#008	15-30	1.27
#009	0-15	1.26
#009	15-30	1.11
#010	0-15	1.11
#010	15-30	1.13

Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina.

Ver cuadro completo de datos en el cuadro N° 12 de los Anexos E, (Densidad aparente)

Grafica 12: Densidad aparente de los 10 sitios de muestreo, a dos profundidades por sitio. (A 15 y 30 cm)



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina.

Punto de Marchitez Permanente: con este parámetro podemos determinar el punto de no retorno de las plantas producto de que no hay presencia de agua absorbible en el suelo.

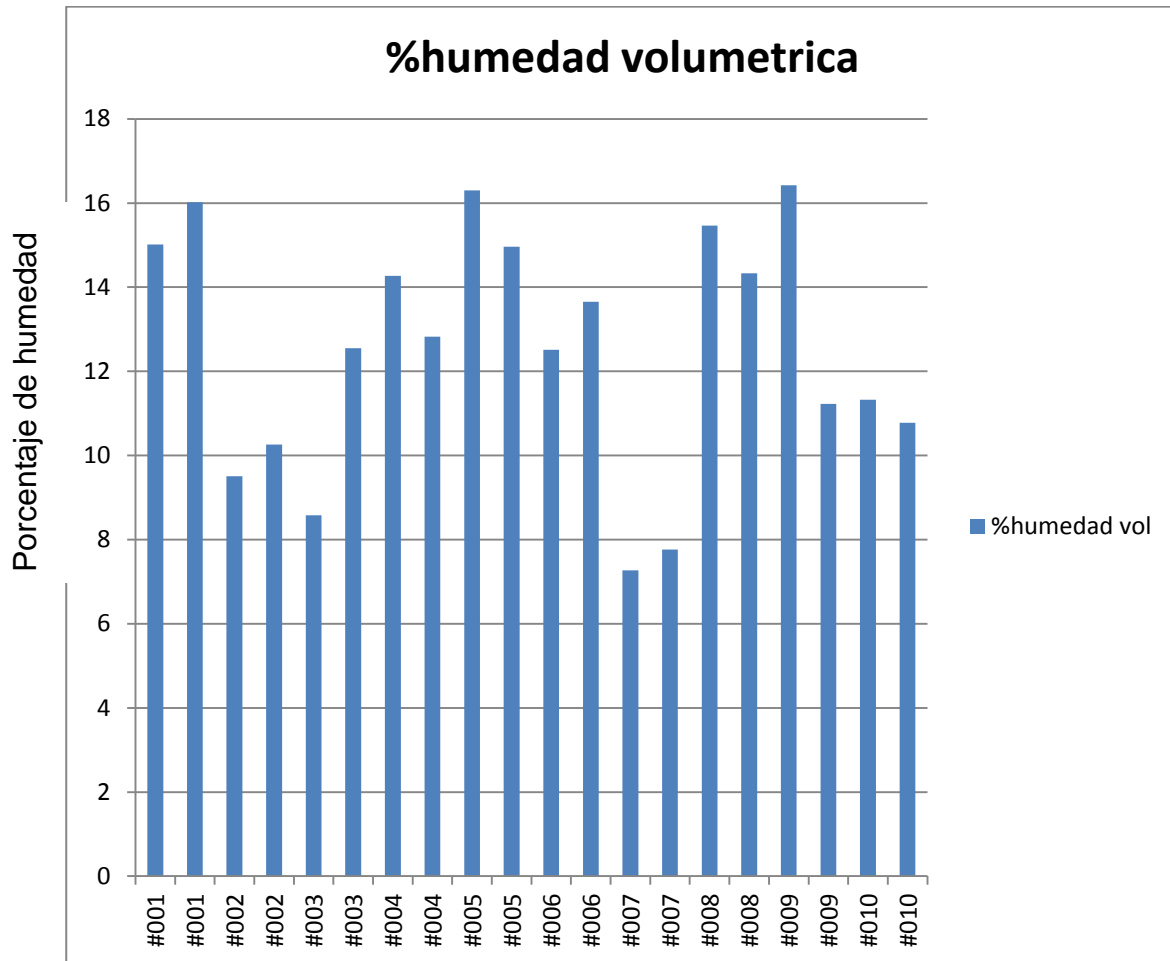
Cuadro 13: Resultados en los 10 sitios de muestreo a punto de marchitez permanente expresada en porcentaje de humedad volumétrica. (A 15 y 30cm)

% Humedad Volumétrica Presente en el Suelo en el Punto de Marchitez Permanente				
muestra	profundidad m	%humedad gravimétrica	Densidad Aparente g/cm ³	%humedad vol
#001	0-15	11.98	1.25	15.01
#001	15-30	13.31	1.20	16.01
#002	0-15	8.52	1.12	9.50
#002	15-30	9.23	1.11	10.25
#003	0-15	8.40	1.02	8.57
#003	15-30	11.73	1.07	12.54
#004	0-15	12.04	1.18	14.26
#004	15-30	10.38	1.24	12.82
#005	0-15	13.38	1.22	16.29
#005	15-30	14.09	1.06	14.96
#006	0-15	10.68	1.17	12.50
#006	15-30	10.86	1.26	13.64
#007	0-15	5.99	1.21	7.27
#007	15-30	6.44	1.21	7.76
#008	0-15	13.51	1.15	15.46
#008	15-30	11.30	1.27	14.32
#009	0-15	13.06	1.26	16.42
#009	15-30	10.07	1.11	11.22
#010	0-15	10.19	1.11	11.32
#010	15-30	9.529	1.13	10.77

Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina.

Ver cuadro completo de datos en el cuadro N° 13 de los Anexos F, (Punto de marchitez permanente)

Grafica 13: Punto de marchitez permanente de los 10 sitios de muestreo, a dos profundidades por sitio. (a 15 y 30 cm)



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

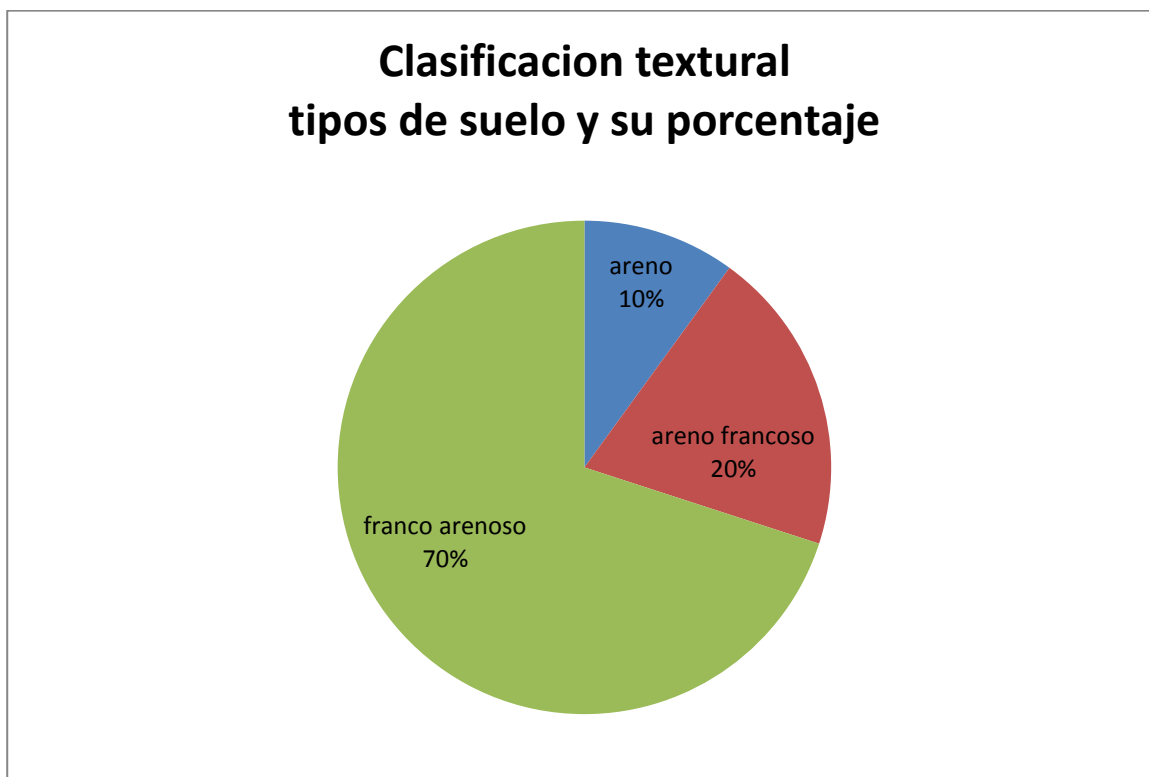
Textura: es un parámetro de gran importancia en cuanto uno se refiere a sistemas de riego, con saber el tipo de suelo con el que trabajamos podemos designar que tipo de riego sería el más adecuado para un mejor uso del agua.

Cuadro 14: Resultados en los 10 sitios de muestreo de la textura. Y sus % de limo, arcillas y arena.

Textura					
Muestra n°	Profundidad cm	% de arcilla	% de arena	% de limo	clasificación textural
#001	0-15	7.84	60.01	32.14	Franco arenoso
#001	15-30	6.55	60.01	33.43	Franco arenoso
#002	0-15	7.75	71.92	20.31	Franco arenoso
#002	15-30	5.2	73.2	21.59	Franco arenoso
#003	0-15	9.13	66.46	24.4	Franco arenoso
#003	15-30	7.84	62.59	29.56	Franco arenoso
#004	0-15	5.55	82.79	11.65	areno franco so
#004	15-30	4.93	85.06	10	areno franco so
#005	0-15	7.75	71.92	20.31	Franco arenoso
#005	15-30	6.48	73.2	20.31	Franco arenoso
#006	0-15	5.34	71.62	23.03	Franco arenoso
#006	15-30	4.05	74.2	21.74	Franco arenoso
#007	0-15	4	89.79	6.2	areno
#007	15-30	2.7	87.37	9.92	areno
#008	0-15	9.21	69.04	21.74	Franco arenoso
#008	15-30	7.92	72.91	19.16	Franco arenoso
#009	0-15	3.96	86.11	9.92	areno francoso
#009	15-30	4	85.96	10.03	areno francoso
#010	0-15	6.48	74.74	18.76	Franco arenoso
#010	15-30	5.34	75.49	19.16	Franco arenoso

Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

Grafica 14: De los 10 sitios de muestreo para la textura. Y el Porcentaje que ocupan en cuanto a predominancia en la región estudiada.



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

Como se observa en la gráfica superior en la Región de la Martina se presenta una predominancia de los suelos conocidos como franco arenosos, una presencia media los areno francoso y en pequeñas proporciones los árenos. Esto se debe a la cercanía de estos suelos a la zona costera y la presencia de pequeñas afluentes (quebradas) que con el arrastre de sedimentos van modificando la textura de los suelos próximos a ellas.

Tensión: el tensiómetro nos permite medir el estado energético del agua del suelo en materia de riego es de suma importancia para determinar si se está produciendo un sobre riego y mal uso del agua. Y a la vez nos ayuda a determinar el contenido de humedad.

Cuadro 15: Resultados de los tensiómetros instalados en campo en 4 sitios de muestreo para el cultivos de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 15cm de profundidad).

Tensiómetro a 15 cm de profundidad	
Lectura	Días
0	18-ago
2	19-ago
2	20-ago
4	21-ago
6	22-ago
8	23-ago
0	24-ago
0	25-ago
0	26-ago
0	27-ago
2	28-ago
4	29-ago
6	30-ago
4	31-ago
4	01-sep
2	02-sep
0	03-sep
0	04-sep
0	05-sep
0	06-sep
0	07-sep
0	08-sep
0	09-sep
0	10-sep
2	11-sep
0	12-sep
0	13-sep
0	14-sep
0	15-sep
2	16-sep
2	17-sep
4	18-sep
6	19-sep

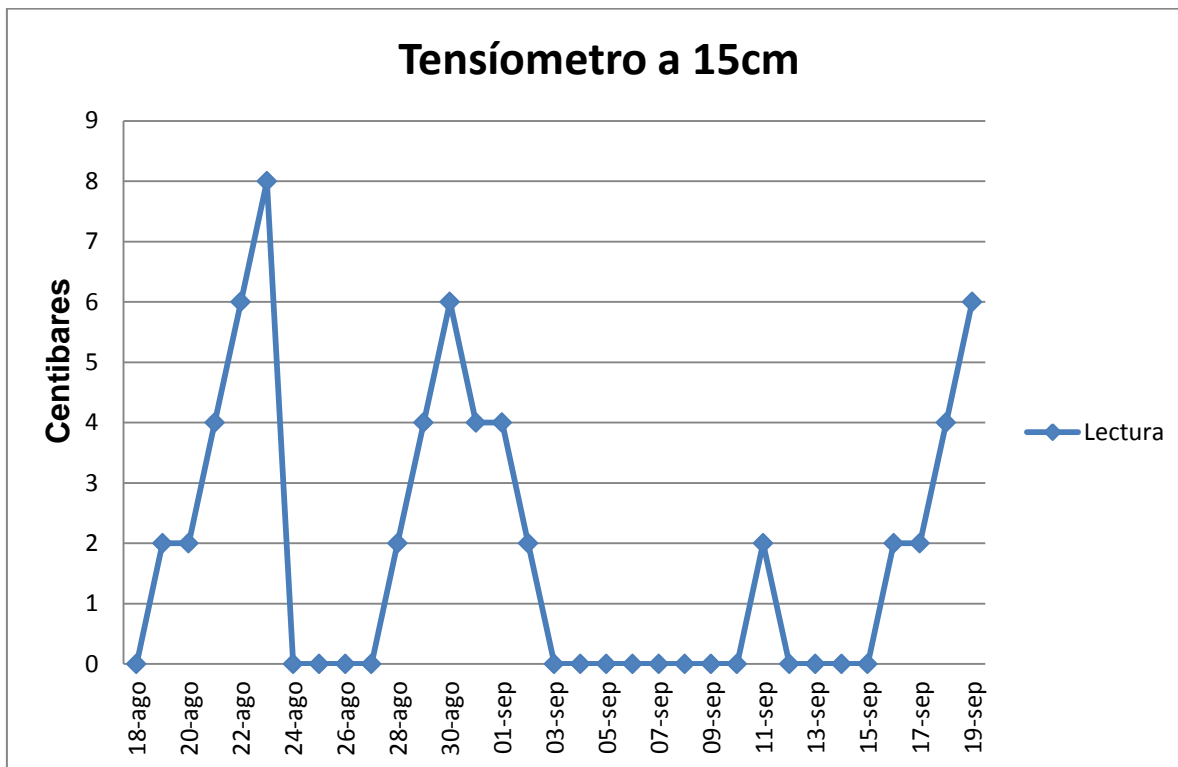
Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el sitios de muestreo el punto (sitio n°3 o la finca del Sr Agustín Rueda) en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

Ver datos de lecturas del tensiómetro en el cuadro N° 15 en los anexos G.

Datos de Humedad Grabrimetrica				
Muestra n°	Profundida d cm	% de Humedad	Densidad Aparente	% de humedad vol
#1	15	32.01	1.02	32.653

El % humedad de volumétrica presente en el suelo a una medición de 10 sentí bares.

Grafica 15 Del tensiómetro instalado en campo en 3 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 15cm de profundidad).



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala a los 10 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

El cultivo seleccionado fue arroz ya que es el más representativo y producido en esta Región, para el caso del tensiómetro de 15cm de profundidad se seleccionó un arroz de 22 días de germinado, el cual se trabajara con el sistema de riego. El tipo de suelo es franco arenoso

Cuadro 16 Resultados del tensiómetro instalado en campo en 7 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 24 cm de profundidad).

Tensiómetro a 24 cm profundidad	
Lectura	Días
5	18-ago
7	19-ago
7	20-ago
9	21-ago
9	22-ago
1	23-ago
0	24-ago
1	25-ago
0	26-ago
1	27-ago
3	28-ago
5	29-ago
5	30-ago
7	31-ago
7	01-sep
9	02-sep
3	03-sep
1	04-sep
0	05-sep
0	06-sep
1	07-sep
1	08-sep
1	09-sep
1	10-sep
1	11-sep
3	12-sep
5	13-sep
5	14-sep
5	15-sep
7	16-sep
7	17-sep
7	18-sep
7	19-sep

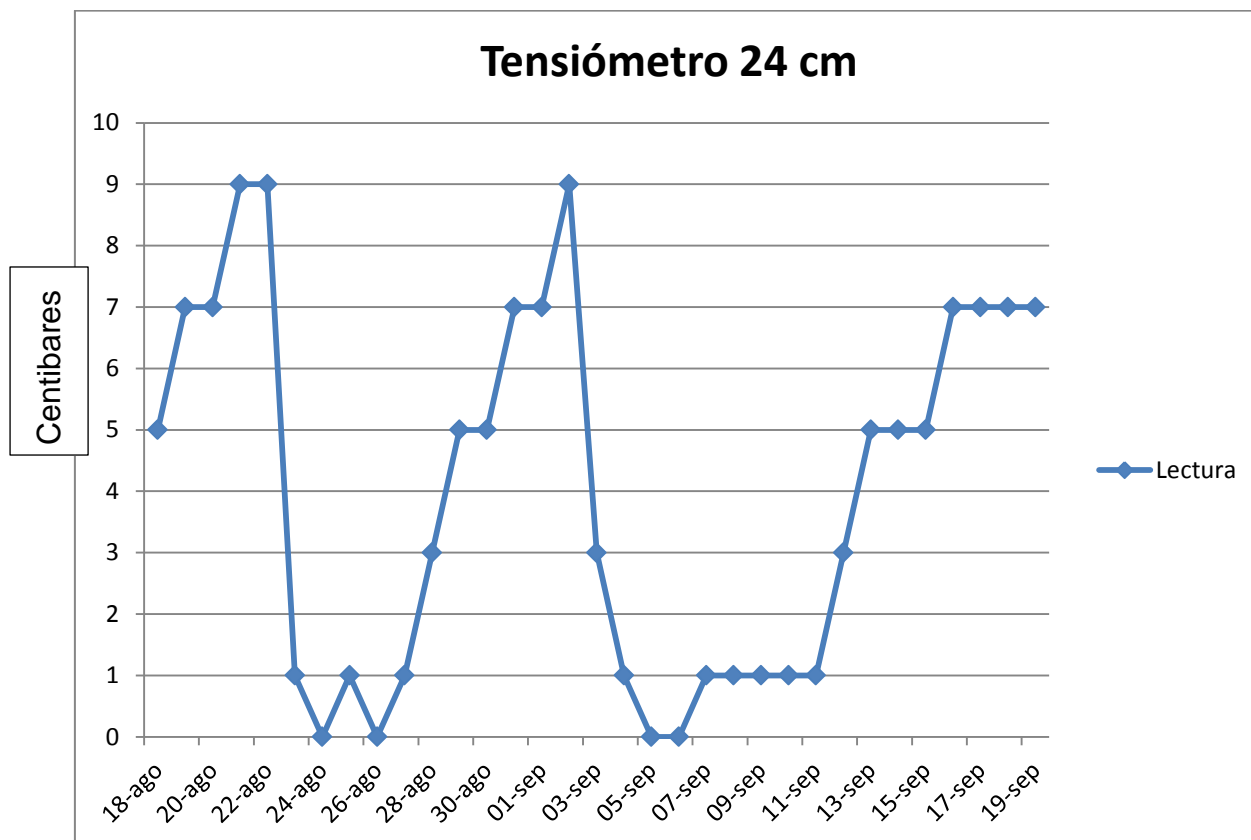
Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el sitios de muestreo el punto (sitio n°7 parcela de caña del Ingenio de Alanje CADASA) en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

Ver datos el cuadro 16 de los anexos G, de las lecturas del tensiómetro en campo

Datos de Humedad Gravimétrica				
Muestra n°	Profundidad cm	% de Humedad	Densidad Aparente	% de humedad vol.
#2	24	12.04	1.21	14.628

El % humedad de volumétrica presente en el suelo a una medición de 10 sentí bares.

Grafica 16 Del tensiómetro instalado en campo en 7 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 24cm de profundidad).



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el 7 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

El cultivo seleccionado fue arroz ya que es el más representativo y producido en esta Región, para el caso del tensiómetro de 24cm de profundidad se seleccionó un arroz de 42 días de germinado, el cual se trabajara con el sistema de riego. El tipo de suelo es Areno se aprecia como las características del suelo influyen sobre la energía del agua en el suelo.

Cuadro 17 Resultados del tensiómetro instalado en campo en 9 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 36 cm de profundidad).

Tensiómetro de 36 cm de Profundidad	
lectura	Días
2	18-ago
2	19-ago
4	20-ago
6	21-ago
8	22-ago
10	23-ago
2	24-ago
2	25-ago
2	26-ago
2	27-ago
2	28-ago
4	29-ago
6	30-ago
2	31-ago
2	01-sep
2	02-sep
0	03-sep
2	04-sep
4	05-sep
4	06-sep
6	07-sep
6	08-sep
8	09-sep
6	10-sep
4	11-sep
4	12-sep
4	13-sep
6	14-sep
6	15-sep
8	16-sep
8	17-sep
8	18-sep
8	19-sep

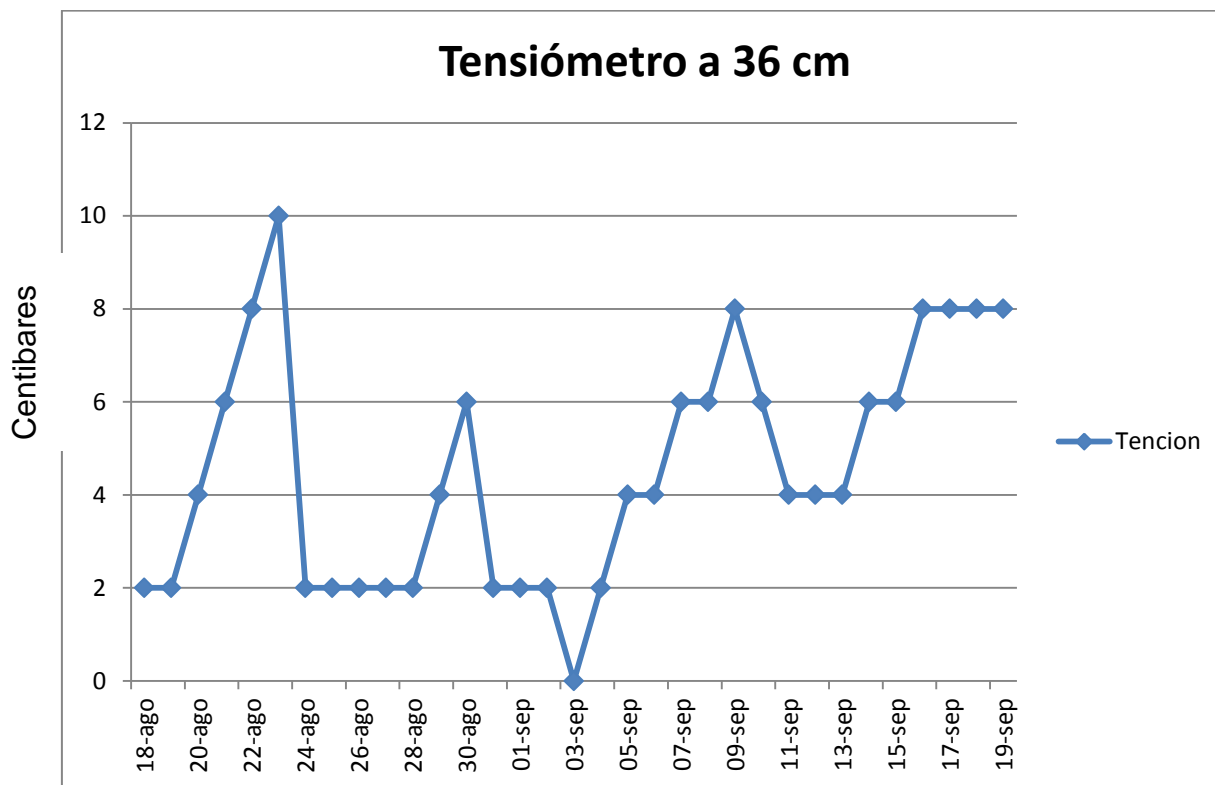
Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el sitios de muestreo el punto (sitio n°9 finca del señor Aparicio) en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

Ver cuadro de lecturas del tensiómetro en campo en el cuadro 17 de los anexos G.

Datos de Humedad Gravimétrica				
Muestra n°	Profundidad cm	% de Humedad	Densidad Aparente	% de humedad vol.
#3	36	18.69	1.11	20.834

El % humedad de volumétrica presente en el suelo a una medición de 10 sentí bares.

Grafica 17 Del tensiómetro instalado en campo en 7 sitios de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 36cm de profundidad).



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el 9 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

El cultivo seleccionado fue arroz ya que es el más representativo y producido en esta Región, para el caso del tensiómetro de 36cm de profundidad se seleccionó una parcela arroz en etapa de llenado de grano, el cual se trabajara con el sistema de riego. El tipo de suelo es areno francoso se aprecia como las características del suelo influyen sobre la energía del agua en el suelo.

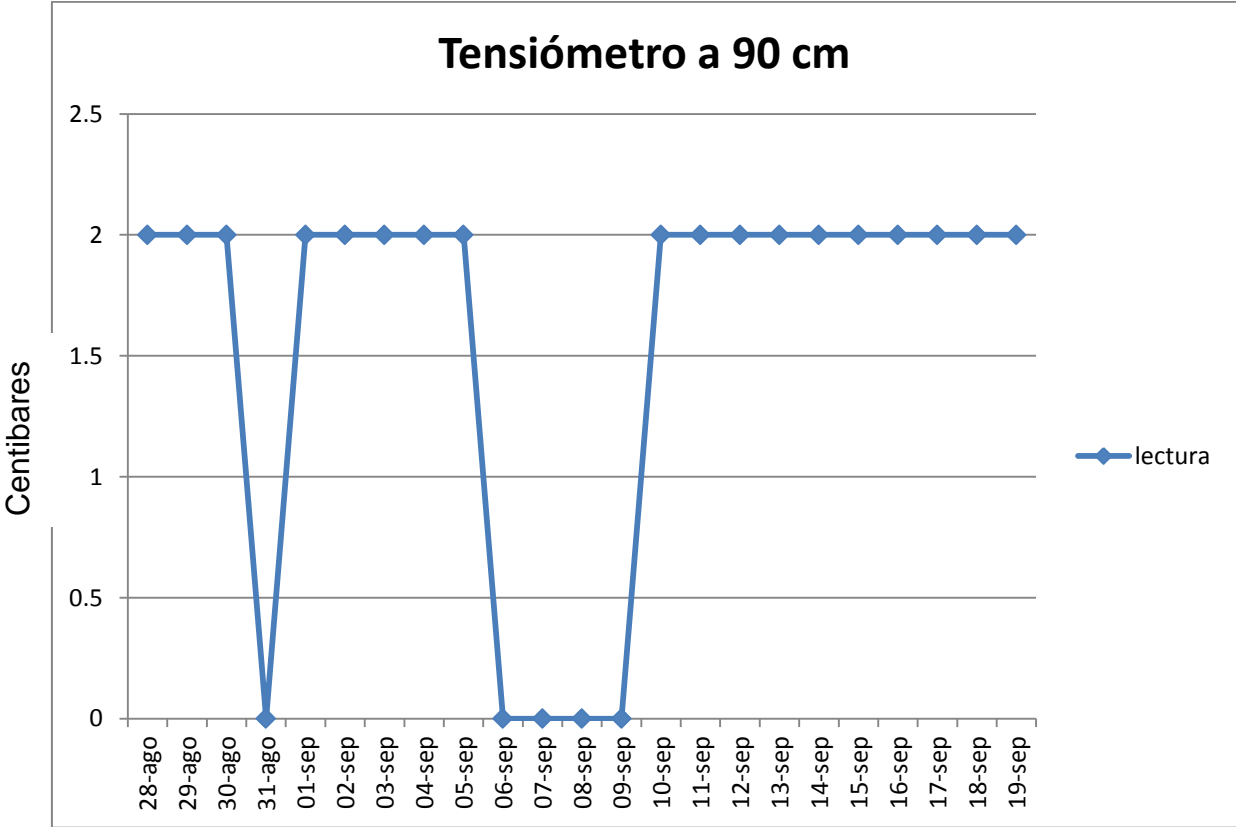
Cuadro 18 Resultados del tensiómetro instalado en campo parcela cercana al sitio n° 3 de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 90 cm de profundidad).

Tensiómetro a 90 cm de profundidad	
lectura	Días
2	28-ago
2	29-ago
2	30-ago
0	31-ago
2	01-sep
2	02-sep
2	03-sep
2	04-sep
2	05-sep
0	06-sep
0	07-sep
0	08-sep
0	09-sep
2	10-sep
2	11-sep
2	12-sep
2	13-sep
2	14-sep
2	15-sep
2	16-sep
2	17-sep
2	18-sep
2	19-sep

Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el sitios de muestreo el punto (sitio n° 3 Parcela aledaña) en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

Ver cuadro 18 en los anexos G, lecturas del tensiometro en campo, y metodo de correccion de lectura.

Grafica 18 Del tensiómetro instalado en campo en una parcela aledaña al sitio 3 de muestreo para el cultivo de arroz bajo riego. (Tensiómetro a 90cm de profundidad).



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el 9 sitios de muestreo en un canal terciario del sistema de riego Remigio Rojas, de la región de la Martina

El cultivo seleccionado fue arroz ya que es el más representativo y producido en esta Región, para el caso del tensiómetro de 90cm de profundidad se seleccionó una parcela arroz en etapa de llenado de grano, el cual se trabajara con el sistema de riego. El tipo de suelo es Franco arenoso se aprecia como las características del suelo y la profundidad influyen sobre la energía del agua en el suelo.

Cuadro 19 Resultados del tensiómetro instalado en campo en una parcela x de muestreo para el cultivo de arroz bajo el método de secano. (Tensiómetro a 15 cm de profundidad).

Tensiómetro a 15 cm de profundidad	
Lectura corregida	Días
0	20-sep
2	21-sep
2	22-sep
4	23-sep
6	24-sep
8	25-sep
10	26-sep
6	27-sep
2	28-sep
0	29-sep
2	30-sep
4	01-oct
6	02-oct
8	03-oct
4	04-oct
2	05-oct
0	06-oct
0	07-oct
0	08-oct
0	09-oct
0	10-oct

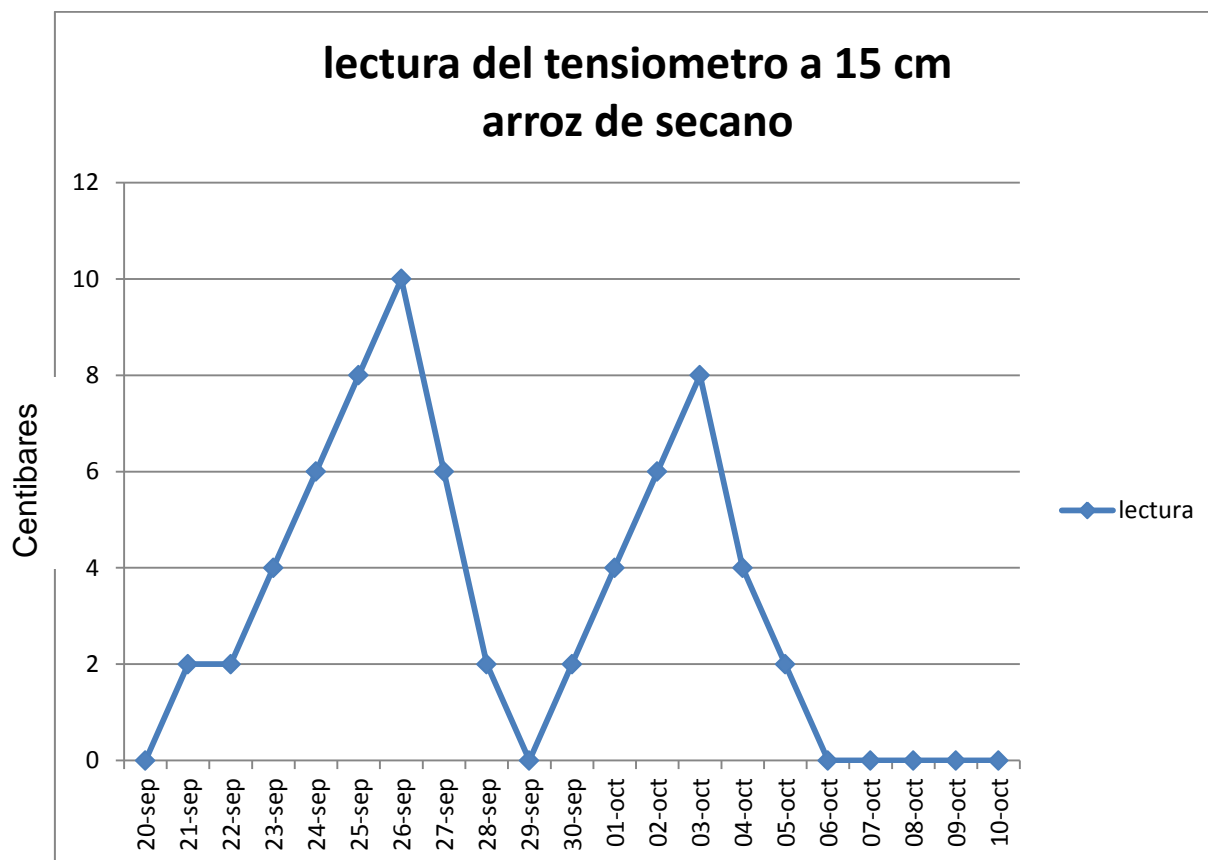
Datos de Humedad Gravimétrica				
Muestra n°	Profundidad cm	% de Humedad	Densidad Aparente	% de humedad vol.
x	15	38.41	1.11	42.816

El %humedad volumétrica presente en el suelo de la parcela x a 10 sentí bares bajo el método de producción de arroz conocido como secano.

Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en el sitios de muestreo en una Parcela x (Sr Daniel Rojas), de la región de la Martina

Ver cuadro 19 en los anexos G, lecturas del tensiómetro en campo formulas y método de corrección de lectura.

Grafica 19 Del tensiómetro instalado en campo en una parcela x de muestreo para el cultivo de arroz bajo el método de secano. (Tensiómetro a 15cm de profundidad).



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en una parcela x de muestreo en la finca del señor Daniel rojas la cual no cuenta con acceso al sistema de riego, de la región de la Martina.

El cultivo seleccionado fue arroz ya que es el más representativo y producido en esta Región, para el caso del tensiómetro de 15cm de profundidad se seleccionó una parcela arroz en etapa inicial, el cual se trabajara con método de producción de secano. El tipo de suelo es Franco arenoso se aprecia como las características de la precipitación influyen sobre el suelo.

Aforo del Caudal del Sistema de Riego Remigio Rojas: el aforo de caudales es un problema fundamental, para los sistemas de Riego a nivel nacional, no existen bases de datos ni hojas de registros, ni controles de la cantidad de agua que es aplicada en las parcelas de producción. No hay conocimiento de la cantidad de agua que se pierde a través de los canales y fisuras existentes en los canales.

Cuadro 20 Resultados de los aforos realizados en los canales del Sistema de Riego Remigio Rojas. Y la Eficiencia a lo interno del sistema, la cantidad de agua que se pierde a lo largo del recorrido.

Cuadro de Resultados de Caudales , Perdidas y _Eficiencia de Riego				
Punto de muestreo	Caudal l/s	Perdida en el Trayecto l/s	Lo que entra sub canales l/s	Eficiencia en la conducción
Canal de conducción boca toma	1025			
		61		93.97
Canal Principal entrada a Guácimo	964			
canal guácimo			405	
Canal principal después de la entrada de Guácimo	559			
		142		74.56
Canal principal antes de la entrada de la Martina	416			
Canal de la Martina	71			
		11		84.50
lo que entra a la parcela	9			
canal la Martina cerca a la salida natural a	51			
∑parcela + canal de salida	60			
continúa en el canal principal			346	83.13

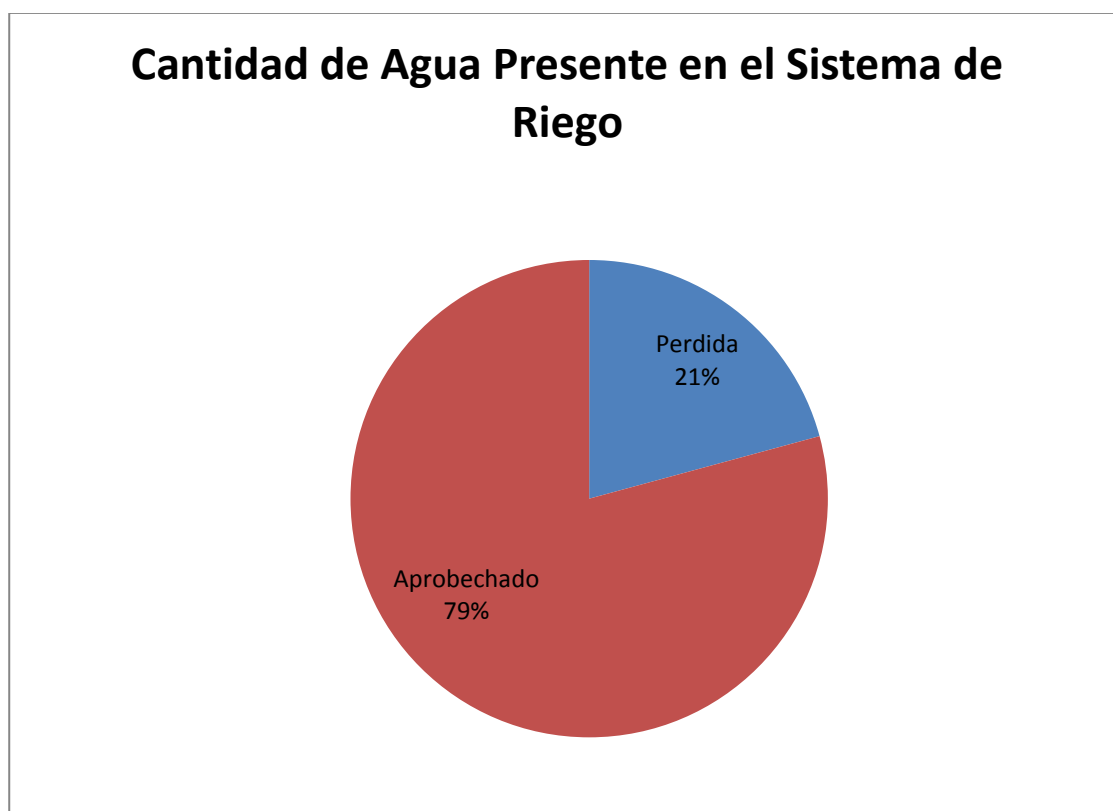
Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en los sitios de muestreo de canales del Sistema de Riego Remigio Rojas del Distrito de Alanje.

Nota la Eficiencia en la conducción se obtiene dividiendo la cantidad llega entre la cantidad que entra por 100.
Ejemplo:
 $964/1025 * 100 = 93 \%$ de eficiencia

Ver cuadro de caudales por sitio de muestreo en el anexo H y mediciones de caudales adicionales del sistema.

Se realizó una medición del agua que salía por un lado de la parcela de producción, con el método directo un tanque y cronometro, donde se obtuvo que se perdían 12 l/m. dando un cálculo de 0.2 l/s

Grafica 20: Representación del agua presente en el sistema de riego Remigio Rojas (Alanje)



Fuente: Muestra tomadas por D. Ayala en los sitios de muestreo de canales del Sistema de Riego Remigio Rojas del Distrito de Alanje.

Lamina útil de agua por profundidad y por estrato completo: Por medio de esta determinación se puede estimar el volumen de agua presente y disponible para el cultivo

Cuadro 21: Resumen

Cuadro Resumen del agua útil presente en el suelo					
Estrato	%Hv cc	%Hv pmp	agua útil %	agua útil lamina cm	agua útil total cm
0.15	41.35	15.01	26.33	3.95	
15-30	35.85	16.02	19.83	5.95	9.89
0.15	33.25	9.50	23.74	3.56	
0.30	29.11	10.26	18.86	5.66	9.21
0.15	39.92	8.58	31.34	4.70	
0.30	38.51	12.55	25.96	7.79	12.48
0.15	25.11	14.27	10.85	1.63	
0.30	24.84	12.82	12.02	3.61	5.23
0.15	36.30	16.30	20.01	3.00	
0.30	36.11	14.96	21.15	6.34	9.34
0.15	34.43	12.51	21.92	3.29	
0.30	40.45	13.65	26.80	8.04	11.32
0.15	16.52	7.27	9.24	1.39	
0.30	17.60	7.76	9.84	2.95	4.33
0.15	35.61	15.47	20.15	3.02	
0.30	35.77	14.33	21.44	6.43	9.45
0.15	44.24	16.42	27.82	4.17	
0.30	23.52	11.23	12.29	3.69	7.86
0.15	28.33	11.33	17.01	2.55	
0.30	24.09	10.78	13.32	3.99	6.54

Fuente: Datos basados en los análisis realizados en los diez sitios de muestreo tomando en consideración la humedad volumétrica a capacidad de campo y al porcentaje de humedad volumétrica al punto de marchitez permanente.

Cuadro 22 Registros Climáticos de las estaciones climatológicas, más cercanas a la región estudiada.

Mes	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Precipitación mm	Evapotranspiración mm	velocidad del Viento m/seg
Enero	26.4	80.1	40.5	187.1	1.4
Febrero	27.3	77	19.7	216.5	1.8
Marzo	28	75.5	48.3	236	1.7
Abril	28.1	79.4	89.7	188.8	1.3
Mayo	27.4	84.3	258.2	136.8	1
Junio	27.2	85.7	304.4	114.2	0.9
Julio	27	85.6	259.1	119.3	0.9
Agosto	26.9	86.2	326.9	118	0.9
Septiembre	26.6	87.1	328.3	116.8	0.9
Octubre	26.5	87.9	380.9	111.7	0.9
Noviembre	26.4	87.6	248.1	105.5	0.8
Diciembre	26.3	84.8	73	133.1	1
Promedio	27.01	83.4	198.1	148.65	1.125

Fuente: servicio de transferencia de energía eléctrica ETESA. Panamá.

Los Datos de Temperatura, Humedad Relativa, Precipitación. Pertenecen a la estación meteorológica de Alanje 2 (106-002), elevación 32 msnm, latitud 8°20'37", longitud 82°33'35". Años de registros 41. Fecha inicio 1-6-1959. Fecha final 2000.

Los Datos de Evaporación, Velocidad del viento m/seg. Pertenecen a la estación meteorológica de David 2 (108-023), elevación 27 msnm, latitud 8°23'48", longitud 82°25'42". Años de registros 48. Fecha de inicio 1-6-1967.

Cuadro 23 Evapotranspiración con la Formula de García – López.

Evapotranspiración potencial formula García- López			
Mes	Temperatura °C	Humedad Relativa %	E mm/día
Enero	26.4	80.1	4.6
Febrero	27.3	77	5.1
Marzo	28	75.5	5.4
Abril	28.1	79.4	5.2
Mayo	27.4	84.3	4.6
Junio	27.2	85.7	4.4
Julio	27	85.6	4.4
Agosto	26.9	86.2	4.3
Septiembre	26.6	87.1	4.2
Octubre	26.5	87.9	4.1
Noviembre	26.4	87.6	4.1
Diciembre	26.3	84.8	4.3
Promedio anual	27.0	83.4	4.5

Fuente: Datos basados en los análisis realizados en los registros proporcionados por las estaciones cercanas de Alanje 2 y David 2 de ETESA.

Es la única ecuación disponible para calcular evapotranspiración potencial que ha sido desarrollada en el trópico americano. Ofrece los requerimientos potenciales en milímetros por día, tomando en cuenta la humedad en grados centígrados. La expresión matemática es siguiente: $E=1.21 \times 10^{7.45 \times T / 234.7 + T} \times (1.0 - 0.01HR + 0.21T - 2.30)$.

Dónde: E= evapotranspiración diaria en milímetros por día

HR= Humedad Relativa.

T= Temperatura en centígrados.

(García et al 1970; Burman et al 1983).

Cuadro 24 Datos de la velocidad del viento de km por día. De la estación más cercana a el área estudiada.

Velocidad del Viento en Km/Día			
Mes	Velocidad del viento m/s	Velocidad del Viento km/día	Coefficiente del tanque
Enero	1.4	121	0.85
Febrero	1.8	156	0.85
Marzo	1.7	147	0.85
Abril	1.3	112	0.85
Mayo	1	86	0.85
Junio	0.9	78	0.85
Julio	0.9	78	0.85
Agosto	0.9	78	0.85
Septiembre	0.9	78	0.85
Octubre	0.9	78	0.85
Noviembre	0.8	69	0.85
Diciembre	1	86	0.85
Promedio anual	1.1	97	0.85

Fuente: Datos de la velocidad del viento de la estación David 2 que cuenta con 48 años de registros.

Para obtener la transformación del viento de m/s a km por día se desarrolla de la siguiente forma.

$$\text{Ejm: } 1.4 \text{ m/s} \left[\frac{1\text{km}}{1000\text{m}} \right] \left[\frac{86400 \text{ s}}{1\text{Dia}} \right] = 121 \text{ km/Dias}$$

Nota: 1 km = 1000m lineales

1 día = 86400 segundo.

Se simplifican aquellas medidas que con si dan en la unidad de medida.

Cuadro 25 cálculos de evapotranspiración a través del Tanque y la velocidad del viento.

Evapotranspiración del Tanque				
Mes	Evapotranspiración mes mm	Evapotranspiración mm/Día	Coefficiente del tanque (viento)	Evapotranspiración Corregida mm/Día
Enero	187.1	6.04	0.85	5.13
Febrero	216.5	7.73	0.85	6.57
Marzo	236	7.61	0.85	6.47
Abril	188.8	6.29	0.85	5.35
Mayo	136.8	4.41	0.85	3.75
Junio	114.2	3.81	0.85	3.24
Julio	119.3	3.85	0.85	3.27
Agosto	118	3.81	0.85	3.24
Septiembre	116.8	3.89	0.85	3.31
Octubre	111.7	3.60	0.85	3.06
Noviembre	105.5	3.52	0.85	2.99
Diciembre	133.1	4.29	0.85	3.65
Promedio anual	148.65	4.90	0.85	4.17

Fuente: Datos basados en los análisis realizados en los registros proporcionados por las estación David 2 de ETESA. Que tiene 48 años de registros.

Todos los métodos utilizados para determinación de la evapotranspiración potencial, incluyen observaciones meteorológicas, suposiciones y términos de corrección empírica. Por consiguiente se ha sugerido que se mida la evaporación de tanques abiertos como estimación de la evapotranspiración potencial, y que se aplique un factor empírico de corrección para convertirla a evapotranspiración o uso consultivo. (Jensen 1983)

Los valores de las mediciones de evaporación obtenidas en tanque tipo A en una estación meteorológica deben ser ajustados para representar la evapotranspiración potencial de la región que representa la estación. El cuadro 25.1 en el anexo presenta el coeficiente de corrección para diferentes condiciones de cobertura, velocidad del viento imperante en el área de la estación.

Cuadro 26 Cálculos para la Evapotranspiración para el cultivo del arroz por mm/día, mm/mes, m³/ha día, m³/ha mes de septiembre (26/9/15)

Evapotranspiracion del Cultivo del Arroz						
Mes	Evaporacion del tanque corregida	Coeficiente del cultivo del Arroz	Evapotranspiracion del cultivo mm/Dia	Evapotranspiracion del cultivo mm/mes	Evapotranspiracion del arroz por ha dia m ³ /ha,dia	Evapotranspiracion del arroz por ciclo de cultivo m ³ /ha
Enero	5.13	1.20	6.16	190.8	61.56	
Febrero	6.57	1.20	7.89	220.8	78.87	
Marzo	6.47	1.20	7.77	240.7	77.65	
Abril	5.35	1.20	6.42	192.6	64.19	
Mayo	3.75	1.20	4.50	139.5	45.01	
Junio	3.24	1.20	3.88	116.5	38.83	feb-jun 7297.2
Julio	3.27	1.20	3.93	121.7	39.25	mar-jul 5618.4
Agosto	3.24	1.20	3.88	120.4	38.83	
Septiembre	3.31	1.20	3.97	119.1	39.71	
Octubre	3.06	1.20	3.68	113.9	36.75	Jul-oct 4636.2
Noviembre	2.99	1.20	3.59	107.6	35.87	ago-nov 4534.8
Diciembre	3.65	1.20	4.38	135.8	43.79	
Promedio anual	4.17	1.20	5.00	1826.0	50.03	

Fuente: análisis de los datos de evapotranspiración para el cultivo del arroz. Basados en los datos evaporación del tanque por el coeficiente de consumo del cultivo de arroz.

Para obtener los datos del cuadro superior es necesario saber que se necesitan una serie de transformaciones las cuales se describen a continuación.

El coeficiente de consumo del arroz es de 1.20 según la literatura (Martínez Coba arroz bajo riego). Para obtener la evapotranspiración se multiplica los milímetros del tanque por el coeficiente del arroz. Ejm para el mes de enero: $5.13 * 1.20 = 6.16 \text{ mm/día}$. Y para el mes se multiplica por 31 los días. Para obtener la cantidad por hectárea. Sería así $\text{Ejm: } 6.16 \text{ mm/día} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} * 10000 \text{ m}^2 = 61.6 \text{ m}^3/\text{ha, día}$. Y si es para el mes se multiplica por los días del mes.

Para el cultivo bajo riego se recomienda de 110 a 120 días. Y se recomienda las siguientes fechas de En condiciones de riego, la primera siembra será entre el 15 de febrero y el 8 de marzo y la segunda siembra entre el 1 y 30 de julio. Se recomienda efectuar dos siembras en el año. Otra fecha de siembra sería de marzo a julio y de agosto a noviembre. Para el caso de riego estudiado se recomendaría el periodo de siembra de Marzo a Julio y de Agosto a Noviembre donde se da menos evapotranspiración por parte del cultivo lo cual se transforma en menos uso del agua.

Eficiencia de Riego

Resulta ser el producto de las eficiencias parciales correspondientes a cada una de las etapas que se dan en el proceso.

$$E_c = A_f / A_o$$

Donde E_c = eficiencia de conducción

A_f = agua entregada por el canal a una finca.

A_o = el Agua que originalmente es captada.

Para el caso del Sistema de Riego Remigio Rojas.

Datos: A_f = 964 l/s agua que llega a el primer punto de desvió

A_o = 1025 l/s agua que se capta originalmente en la boca toma.

$$E_c = 964 \text{ l/s} / 1025 \text{ l/s} = 0.94 * 100 = 94\% \text{ de eficiencia de conducción}$$

$$E_d = \sum A_e / A_f$$

Donde E_d = eficiencia de distribución.

$\sum A_e$ = sumatoria del agua entregada en cada finca

A_f = agua entregada por el canal a la finca.

$\sum A_e$ = 405 l/s entregado a guácimo + 71 l/s entregado a la Martina + 346 l/s que continúan el canal.

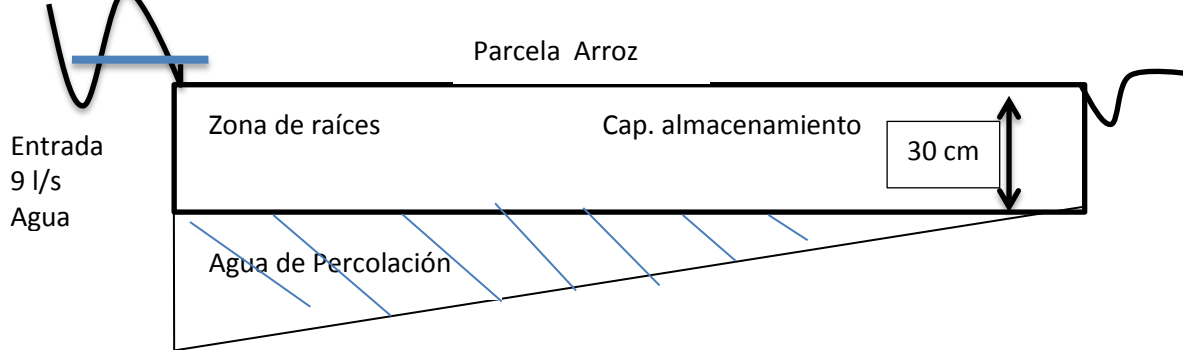
$$A_f = 964 \text{ l/s}$$

$$E_d = 822 \text{ l/s} / 964 \text{ l/s} = 0.85 * 100 = 85 \%$$

Eficiencia de Aplicación para el cultivo del Arroz bajo riego.

Para obtener la eficiencia de aplicación se tomaran en cuenta dos métodos donde se tomara en cuenta la profundidad estudiada y la evapotranspiración.

Método N°1.



Para este procedimiento se tomó en cuenta la lámina de agua presente en el suelo del sitio de muestreo n°9 en la región de la Martina el cual tenía 7,86 cm de agua presente en el estrato de 30cm de profundidad (cuadro resumen).

Agua almacena en la zona de raíces=7.86 cm
=78.6mm = 78.6 l/m²

Dónde: 1 cm = 10 mm
1mm x1 m² = 1 l/m²
1 ha = 10000m²

Cantidad en Litros por hectáreas (3) de cultivo = 78.6 l/m² * 30000 m² = 2358000 L

Q= Caudal

Q= 9 l/s * 86400 seg / día= 777600 l/día

Sería la cantidad para un día por la cantidad de días que se riegan este dato puede variar para el caso del presente estudio no se encontró un registro de la cantidad de días que se riega unos productores nos decían que 3 días a la semana otros nos decían que 5 días de la semana no se conocía el dato correcto.

Según datos de la finca del estudio se aplica el riego 5 días de la semana.

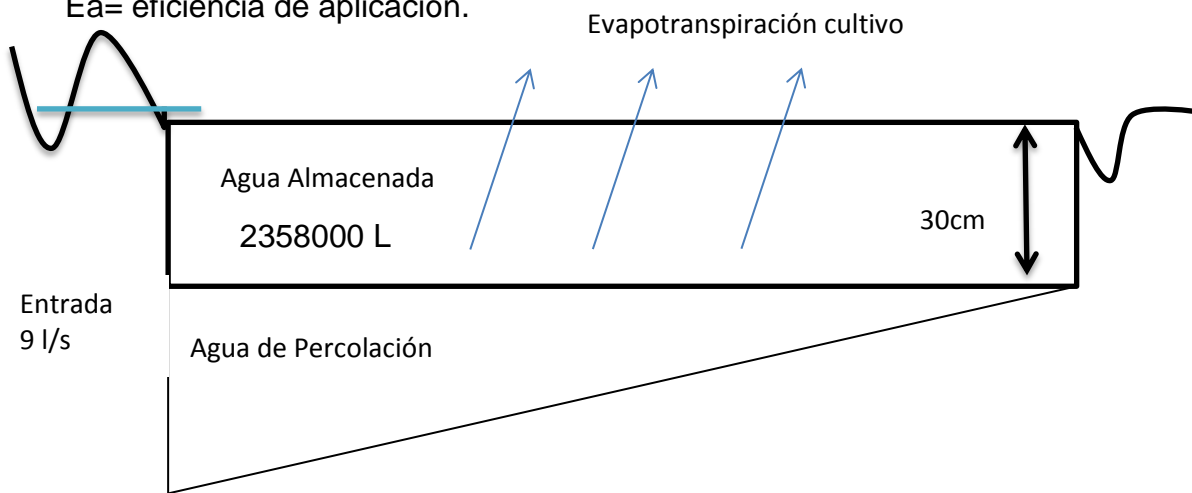
Q= 3888000 Litros.

Ea= Cantidad Almacenada en 30 cm de suelo / Cantidad aplicada

Ea= $\frac{2358000}{3888000} = 0.606 * 100 = 60.6 \%$

Método N°2 toma en cuenta la evapotranspiración del cultivo. Según el mes.

Ea= eficiencia de aplicación.



Etc = evapotranspiración del cultivo mm/día

Etc= 3.97 mm/día

= 39.7 m³ / ha día = 39700 l / ha. Día

Para 3 hectareas que es la parcela cultivada.

39700 l/ha. Día. X 3 ha = 119100 l/parcela día.

Se estima que la eficiencia para riego por inundación es de un 50%. (según el módulo de riego).

Et= $\frac{119100 \text{ l/parcela. Día}}{50\% / 100} = \frac{119100 \text{ l/parcela. día}}{0.50}$

Et= 238200 l/parcela día.

Q= caudal

Q= 9 l/s * 86400 seg/día =777600 l/día.

Eficiencia de Aplicación = $\frac{238200 \text{ l/parcela. día}}{777600 \text{ l/parcela día}}$

Ea= 0.306 * 100 = 30.6 %

Nota: se tomó la evapotranspiración para el mes de septiembre, ya que fue este mes que se llevaron a cabo los aforos.

La Eficiencia de Riego para el Sistema de Riego Remigio Rojas.

Se calcula multiplicando todas las eficiencias obtenidas para este caso sería de la siguiente manera: $E_i = E_c \times E_d \times E_a$.

Datos: - Eficiencia de conducción = 94 % / 100

- Eficiencia de distribución = 85% / 100

- Eficiencia de aplicación (se tomara la del segundo método) = 30.6 % / 100

$$E_i = 0.94 * 0.85 * 0.30 = 0.239 * 100 = 23.9 \%$$

Como resultado del trabajo de investigación desarrollado en Sistema de Riego Remigio Rojas del canal terciario perteneciente a la región de la Martina del corregimiento de Guarumal , distrito de Alanje Provincia de Chiriquí. Se descubrió que la eficiencia de riego para este canal terciario del Proyecto de riego el cual se distingue por el cultivo del arroz bajo el método de riego por inundación. Es de un 23% de eficiencia lo cual se encuentra dentro del rango para este tipo de método uno de los menos eficientes. Por este método se puede comprobar que se aplica más agua de la que requiere el cultivo en realidad lo que nos demuestra se está haciendo un mal uso del recurso agua ya que se pierde una gran cantidad por percolación.

CONCLUSIONES

De la presente investigación surgen las siguientes conclusiones:

- ❖ Se logró determinar que el nivel de agua aportado por el sistema de riego Remigio Rojas, a las parcelas de producción está siendo afectado por factores externos que no están siendo controlados, lo que ha conducido al desperdicio excesivo de agua en las parcelas de producción. A raíz de esto se ha tenido que incrementar el aporte por parte del sistema a las parcelas de producción.
- ❖ Se visualizó que la falta de capacitación al momento de la implementación del sistema de riego y el poco interés por parte de los productores, condujo al mal uso y de manera empírica por ensayo y error de ciertos métodos de riegos que se implementaron en la región, sin tomar en cuenta las características de los suelos en donde ellos realizaban sus actividades.
- ❖ Con el desarrollo de esta investigación, se comprendió que al aplicar las metodologías y procedimientos adecuados se puede realizar una actividad altamente rentable sin deteriorar el sistema de riego por un sobreuso y así evitar el desgaste y pérdida de suelo.
- ❖ Cabe determinar que este estudio servirá para que generaciones futuras implementen de una manera eficiente y de la mano con el medio ambiente el riego en Panamá.

RECOMENDACIONES

Al culminar esta investigación plasmamos las siguientes recomendaciones:

- ❖ Elaborar programas de capacitación y concienciación sobre un buen uso del riego que vaya acorde con las características de los suelos de esta región para obtener una mejor producción y a la vez conservar el recurso agua que es de vital importancia para los cultivos.
- ❖ Crear campañas por parte de instituciones estatales y privadas sobre el manejo correcto de productos agroquímicos y de sus residuos, para que no vayan a parar a los canales de conducción del sistema y provocar una contaminación del ambiente.
- ❖ Establecer un cronograma de riego en el cual todos los productores se vean beneficiados basados en la necesidad de cada cultivo con lo cual se evitaran los conflictos por el agua.
- ❖ Implementar jornadas de mantenimiento por parte de la asociación de usuarios, a los canales e infraestructuras que se ubican a lo largo del sistema.
- ❖ Dar a conocer los beneficios que se obtienen con las rotaciones de cultivos de acuerdo a los productos y la demanda en el mercado.
- ❖ Calcular la demanda real de agua de los diferentes cultivos bajo riego en la región, como también los aspectos del suelo trabajado que son básicos para el diseño de estas costosas obras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Greenfact org. Hechos sobre la salud y el ambiente, Recursos Hídricos. Resumen del 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. (En línea). Consultado el 27 mar. 2015. Disponible en <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>

Ruiz R. Fernando A. 2005 Sistemas de riego y drenajes utilizados en Panamá. (en línea). Universidad Abierta y a distancia de Panamá (UNADP) extensión de Chepo. Consultado el 4 de abr 2015. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos88/sistema-riego-y-drenajes-utilizados-panama/sistema-riego-y-drenajes-utilizados-panama.shtml>

La Asociación de usuarios del Sistema de riego Remigio Rojas, PA. 2002. Datos de la asociación del sistema de riego (en línea). panamá, PA. Consultado el 4 de abr 2015. Disponible en <http://www.remigiorojas.arredemo.org/>

Panamá américa, PA. 2015. Sistema de Riego Remigio Rojas, en situación crítica. (en línea). Panamá. Consultado 6 de abr 2015. Disponible en <http://www.panamaamerica.com.pa/provincias/sistema-de-riego-remigio-rojas-en-situacion-critica-969054>

Tascón J. E Requisitos de agua y métodos de riego en el cultivo del arroz, CIAT, Colombia, folleto.

MIDA, Sistema de Riego Remigio Rojas Alanje- Chiriquí, marzo 2010, Republica de panamá, de marzo Ministerio de Desarrollo Agropecuario.

MIDA, 1995 Marco orientador justificativo para la formulación del Plan Nacional de riego y drenaje, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Republica de panamá.

La Prensa 2012. Remigio Rojas se queda sin agua (en línea). Periódico la prensa de Panamá de 3 de febrero de 2012. Consultado el 28 de abril 2015. Disponible en http://impresa.prensa.com/economia/Remigio-Rojas-queda-agua_0_3311668989.html

Vásquez José. 2015, Productores del Remigio Rojas van a las calles por crisis de agua en Chiriquí (en línea). Periódico panamá américa de Panamá 7 de abril 2015. Consultado el 28 de abril 2015. Disponible en <http://www.panamaamerica.com.pa/provincias/productores-del-remigio-rojas-van-las-calles-por-crisis-de-agua-en-chiriqui-971331>

Rivera Robles, 2004. Evaluación de las características Hidroedáficas de los suelos de Guarare, Provincia de Los Santos. De Referencia regional en el arco seco de Panamá. Tesis de maestría Lic. Ing. Agr. José Nazario Rivera Robles. UP. 31p

ETESA. Panamá registros meteorológicos de la estación David 2 y Alanje 2 , Pagina en línea. Panamá 2015. Consultado el 28 de oct de 2015. Disponible en <http://www.hidrometeorologiaetesa.com>

Martínez Coba 2006. Evapotranspiración para el cultivo del arroz bajo riego (en línea). Lab. Asociado Agronomía y Medio Ambiente (DGA – CSIC), Dpto. Genética y Producción Vegetal (EEAD). Consultado el 26 oct 2015. Disponible en <http://www.evapotranspiraciondelcultivodearrozantonicoba.com>

Técnico del arroz. 2000. Biblioteca virtual de ciencias agrícolas. Costa Rica. Cultivo del arroz. Consultado el 27 oct 2015. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_arroz.pdf

Anexos

A Situación Crítica en el Remigio Rojas

El administrador del Sistema de Riego Remigio Rojas, en el distrito de Alanje, provincia de Chiriquí, Santiago Esquivel, califica de crítica la situación actual debido a la falta de agua en el río Chico, por la retención del vital líquido que mantienen las hidroeléctricas aguas arriba. “La situación actual del Sistema de Riego es crítica, porque el caudal del río Chico ha bajado más de lo esperado y no se ha podido realizar la limpieza de la toma de agua del sistema de riego (dragado) por las trabas burocráticas del Ministerio de Comercio e Industria (Mici) y la Autoridad Nacional del Ambiente (Anam)”, afirmó Esquivel.

Explicó que hace tres meses se solicitaron los permisos a las dos instituciones y hasta la fecha no se han podido lograr los permisos que permitan que la maquinaria ingrese al río para retirar todo el sedimento que se acumuló desde hace siete años cuando se inició las operaciones del Sistema de Riego, cuyo valor alcanzó los 54 millones de dólares. Seguimos a la espera de los permisos de Anam y el Mici para poder entrar en la toma del sistema para lograr una mayor captación, pero este trabajo programado está en riesgo porque de entrar las lluvias las máquinas no van a poder ingresar al río. El administrador del Sistema de Riego reveló que la crisis es tan preocupante que en la actualidad la capacidad del sistema de riego está en 2 mil 500 litros por segundo y la capacidad real es de 5 mil litros.

Afirmó que actualmente se programa el suministro de agua a los usuarios del sistema de riego, según la cantidad de agua que liberan las ocho hidroeléctricas que están a lo largo del afluente. Este problema, generado por la falta de agua, está ocasionando que cada año vaya disminuyendo el número de hectáreas sembradas de arroz. En el 2013 se sembraron 900 hectáreas, en el 2014, 380 y este año solo 200 hectáreas. Otra causa de la disminución de arroz se da por la falta de dinero, por los atrasos en el pago de la compensación de arroz de 7.50 dólares por quintal entregado a los diferentes molinos. Sin embargo, algunos productores y empresas que arriendan tierras han sembrado unas 107 hectáreas en sandía; sin embargo, el sistema de riego ha sido utilizado para irrigar sembradíos de tomates, papaya y pimentones.

Reconoció el administrador que desde el 2011 el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (Mida) estableció un sistema de coadministración que termina el próximo año. Este sistema de administración permitió que el Mida destinará unos 300 mil dólares anuales que permitirá cubrir el costo de operación del sistema de riego ubicado en el distrito de Alanje. Sin embargo, los costos van bajando, solo el año pasado desembolsó el Mida 200 mil dólares. Dijo que actualmente los usuarios pagan 60.00 dólares al año, lo que permite compensar el dinero que hace falta para cubrir los costos. El sistema de riego beneficia a los productores de las comunidades de La Pita, Mostrenco, Guácimo, Los Pósitos, Guarumal Arriba, Las Martinas, Calabazal y Orilla del Río, zonas altamente productivas en el distrito de Alanje. Pedirán a las hidroeléctricas que aumenten el suministro de agua La Anam busca alternativas con las hidroeléctricas que están ubicadas en el río Chico que permitan garantizar el suministro de agua al Sistema de Riego Remigio Rojas. El

director nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas de la Anam, Noel Trejos, se reunió con los representantes de las hidroeléctricas Pedregalito I y II, ubicadas antes del Sistema de Riego Remigio Rojas. Trejos asegura que el objetivo del acercamiento con las hidroeléctricas es con la finalidad de buscar alternativas para mitigar el problema que se da en la cuenca del río Chico referente a la disminución de los caudales en la época seca. Añadió que se buscan alternativas de acciones inmediatas para solucionar la problemática de escasez de agua en la parte media y baja de la cuenca del río. Santiago Esquivel, presidente de la asociación de usuarios del sistema de riego, manifestó que no están opuestos a la generación, siempre y cuando se realice un mejor control del uso del agua.

A.1 Qué es un tensiómetro?

"Tensiómetro" significa literalmente "medidor de tensión". Para absorber el agua del suelo, la planta tiene que superar la tensión de succión del suelo. Esta tensión se mide por el tensiómetro para indicar si en el suelo existe suficiente humedad disponible para la planta. Un tensiómetro consiste en un medidor de vacío y un tubo sellado con una capa de cerámica porosa. La capa de cerámica simula movimiento del agua a través del suelo. Cuando la tierra alrededor de la taza de cerámica se seca, el agua es arrastrada fuera del tubo sellado, y la lectura del medidor sube. Mientras más seco se encuentra el suelo, más alta será la lectura del tensiómetro. Cuando el suelo se moja, el agua entra en el tubo, bajando la lectura lo más cercana a cero.

En diferentes suelos, la misma lectura del tensiómetro indica diferente contenido de humedad. Esto es debido a que cada suelo tiene sus propias características de retención de agua. Así que en la misma tensión, diferentes suelos retienen una cantidad diferente de agua. De este modo, los suelos pesados contienen más agua que los suelos arenosos. Por lo tanto, para los suelos arenosos, la programación de riego debe ser más frecuente y las lecturas más altas en el tensiómetro. Para la mayoría de los suelos, una lectura por debajo de 10 Cbar (o kPa) es una indicación de un suelo mojado, y por encima de 50 significa que el suelo está seco.

La selección de los sitios adecuados para la instalación de tensiómetros
Antes de colocar tensiómetros en el suelo, capa de cerámica debe de estar en remojo por 24 horas en agua con un desinfectante. Entonces, el tubo debe estar completamente lleno de agua, para que todo el aire sea quitado. Los tensiómetros deben ser instalados en lugares que representan las condiciones en el campo. El número de estaciones de tensiómetros depende de las variaciones en el campo. Por ejemplo, de acuerdo a los diferentes tipos de cultivos, los distintos sistemas de riego, diferentes tipos de suelo etc. El tensiómetros deben ser instalados donde la planta absorbe el agua, es decir, a la misma distancia de los goteos, las plantas vecinas, etc.

B. Cuadros de datos de campo y de procedimientos para los resultados de las pruebas realizadas de infiltración en los diez sitios de muestreo.

Prueba de Infiltración sitio 1								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul.	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	12:39	12.3	0	0	0	0	0	0
2	12:40	12.5	1	1	0.2	0.2	12	12
3	12:42	12.5	2	3	0	0.2	4	0
4	12:44	12.6	2	5	0.1	0.3	3.6	3
5	12:49	12.6	5	10	0	0.3	1.8	0
6	12:54	12.7	5	15	0.1	0.4	1.6	1.2
7	12:59	12.7	5	20	0	0.4	1.2	0
8	01:04	12.8	5	25	0.1	0.5	1.2	1.2
9	01:09	12.9/10.4	5	30	0.1	0.6	1.2	1.2
10	01:19	10.6	10	40	0.2	0.8	1.2	1.2
11	01:29	10.8	10	50	0.2	1	1.2	1.2
12	01:39	10.9	10	60	0.1	1.1	1.1	0.6
13	01:49	11	10	70	0.1	1.2	1.02857143	0.6
14	01:59	11.1	10	80	0.1	1.3	0.975	0.6
15	02:09	11.2	10	90	0.1	1.4	0.933333333	0.6
16	02:19	11.3	10	100	0.1	1.5	0.9	0.6
17	02:29	11.3	10	110	0	1.5	0.81818182	0
18	02:39	11.3	10	120	0	1.5	0.75	0

Escala Logarítmica de los Cálculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.07918125	0	1.16463216	0
3	0.4771	0.60205999	0.22764	0.36247623	0.287255618
4	0.6990	0.5563025	0.48856	0.30947247	0.388838761
5	1	0.25527251	1.00000	0.06516405	0.255272505
6	1.176091259	0.20411998	1.38319	0.04166497	0.240063727
7	1.301029996	0.07918125	1.69268	0.00626967	0.103017176
8	1.397940009	0.07918125	1.95424	0.00626967	0.110690632
9	1.477121255	0.07918125	2.18189	0.00626967	0.116960302
10	1.602059991	0.07918125	2.56660	0.00626967	0.126853106
11	1.698970004	0.07918125	2.88650	0.00626967	0.134526562
12	1.77815125	0.04139269	3.16182	0.00171335	0.073602455
13	1.84509804	0.01223446	3.40439	0.00014968	0.022573772
14	1.903089987	-0.01099538	3.62175	0.0001209	-0.02092521
15	1.954242509	-0.02996322	3.81906	0.00089779	-0.0585554
16	2	-0.04575749	4.00000	0.00209375	-0.09151498
17	2.041392685	-0.08715018	4.16728	0.00759515	-0.17790773
18	2.079181246	-0.12493874	4.32299	0.01560969	-0.25977028
totales	24.43045949	2.84766459	40.87859	2.00293855	1.250981016
Promedio	1.357247749	0.29975417	1.84212	0.08985256	0.406840669

Cuadro 2: sitio 2

Prueba de Infiltración								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	10:10	13.4	0	0	0	0	0	0
2	10:11	13.8	1	1	0.4	0.4	24	24
3	10:13	14	2	3	0.2	0.6	12	6
4	10:15	14.1	2	5	0.1	0.7	8.4	3
5	10:20	14.3	5	10	0.2	0.9	5.4	2.4
6	10:25	14.4	5	15	0.1	1	4	1.2
7	10:30	14.5	5	20	0.1	1.1	3.3	1.2
8	10:35	14.6	5	25	0.1	1.2	2.88	1.2
9	10:40	14.7/12.3	5	30	0.1	1.3	2.6	1.2
10	10:50	12.4	10	40	0.1	1.4	2.1	0.6
11	11:00	12.5	10	50	0.1	1.5	1.8	0.6
12	11:10	12.6	10	60	0.1	1.6	1.6	0.6
13	11:20	12.7	10	70	0.1	1.7	1.45714286	0.6
14	11:30	12.7	10	80	0	1.7	1.275	0
15	11:40	12.8	10	90	0.1	1.8	1.2	0.6
16	11:50	12.8	10	100	0	1.8	1.08	0
17	12:00	12.8	10	110	0	1.8	0.98181818	0
18	12:10	12.8	10	120	0	1.8	0.9	0

Escala Logarítmica de los Cálculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.38021124	0	1.90498307	0
3	0.477121255	1.07918125	0.22764469	1.16463216	0.51490031
4	0.698970004	0.92427929	0.48855907	0.8542922	0.646043497
5	1	0.73239376	1	0.53640062	0.73239376
6	1.176091259	0.60205999	1.38319065	0.36247623	0.708077493
7	1.301029996	0.51851394	1.69267905	0.26885671	0.674602189
8	1.397940009	0.45939249	1.95423627	0.21104146	0.642203138
9	1.477121255	0.41497335	2.1818872	0.17220288	0.612965952
10	1.602059991	0.32221929	2.56659622	0.10382527	0.516214641
11	1.698970004	0.25527251	2.88649908	0.06516405	0.433700329
12	1.77815125	0.20411998	3.16182187	0.04166497	0.362956202
13	1.84509804	0.16350213	3.40438678	0.02673295	0.301677463
14	1.903089987	0.10551018	3.6217515	0.0111324	0.200795376
15	1.954242509	0.07918125	3.81906379	0.00626967	0.154739357
16	2	0.03342376	4	0.00111715	0.066847511
17	2.041392685	-0.0079689	4.1672841	6.35E-05	-0.01626771
18	2.079181246	-0.045757	4.32299465	0.00209375	-0.09513812
totales	24.43	7.22	40.88	5.73	6.46
Promedio	1.357247749	0.40113933	1.84212145	0.16091276	0.544445456

Cuadro 3:

Prueba de Infiltración								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	11:00	13.5	0	0	0	0	0	0
2	11:01	13.9	1	1	0.4	0.4	24	24
3	11:03	14	2	3	0.1	0.5	10	3
4	11:05	14.2	2	5	0.2	0.7	8.4	6
5	11:10	14.5	5	10	0.3	1	6	3.6
6	11:15	14.7	5	15	0.2	1.2	4.8	2.4
7	11:20	14.9	5	20	0.2	1.4	4.2	2.4
8	11:25	15	5	25	0.1	1.5	3.6	1.2
9	11:30	15.1/11.2	5	30	0.1	1.6	3.2	1.2
10	11:40	11.3	10	40	0.1	1.7	2.55	0.6
11	11:50	11.4	10	50	0.1	1.8	2.16	0.6
12	12:00	11.5	10	60	0.1	1.9	1.9	0.6
13	12:10	11.6	10	70	0.1	2	1.71	0.6
14	12:20	11.7	10	80	0.1	2.1	1.575	0.6
15	12:30	11.7	10	90	0	2.1	1.4	0
16	12:40	11.8	10	100	0.1	2.2	1.32	0.6
17	12:50	11.8	10	110	0	2.2	1.2	0
18	01:00	11.8	10	120	0	2.2	1.1	0

Escala Logarítmica de los Cálculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.38021124	0	1.90498307	0
3	0.477121255	1	0.22764469	1	0.477121255
4	0.698970004	0.92427929	0.48855907	0.8542922	0.646043497
5	1	0.77815125	1	0.60551937	0.77815125
6	1.176091259	0.68124124	1.38319065	0.46408962	0.801201865
7	1.301029996	0.62324929	1.69267905	0.38843968	0.810866022
8	1.397940009	0.5563025	1.95423627	0.30947247	0.777677523
9	1.477121255	0.50514998	2.1818872	0.2551765	0.74616777
10	1.602059991	0.40654018	2.56659622	0.16527492	0.651301758
11	1.698970004	0.33445375	2.88649908	0.11185931	0.568226891
12	1.77815125	0.2787536	3.16182187	0.07770357	0.495666064
13	1.84509804	0.23408321	3.40438678	0.05479495	0.431906465
14	1.903089987	0.19728056	3.6217515	0.03891962	0.375442655
15	1.954242509	0.14612804	3.81906379	0.0213534	0.285569619
16	2	0.12057393	4	0.01453807	0.241147862
17	2.041392685	0.07918125	4.1672841	0.00626967	0.161640016
18	2.079181246	0.04139269	4.32299465	0.00171335	0.086062895
totales	24.43	8.29	40.88	6.27	8.33
Promedio	1.357247749	0.87231284	1.84212145	0.76092969	1.183944639

Cuadro 4 sitio 4

Prueba de Infiltracion								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	03:15	13.1	0	0	0	0	0	0
2	03:16	13.9	1	1	0.8	0.8	48	48
3	03:18	14.2	2	3	0.3	1.1	22	9
4	03:20	14.4	2	5	0.2	1.3	15.6	6
5	03:22	14.6	2	7	0.2	1.5	12.8571429	6
6	03:27	14.8	5	12	0.2	1.7	8.5	2.4
7	03:32	14.9	5	17	0.1	1.8	6.35294118	1.2
8	03:37	15	5	22	0.1	1.9	5.18181818	1.2
9	03:42	15.1/14.2	5	27	0.1	2	4.44444444	1.2
10	03:47	14.3	5	32	0.1	2.1	3.9375	1.2
11	03:57	14.5	10	42	0.2	2.3	3.28571429	1.2
12	04:07	14.6	10	52	0.1	2.4	2.76923077	0.6
13	04:17	14.6	10	62	0	2.4	2.32258065	0
14	04:27	14.7	10	72	0.1	2.5	2.08333333	0.6
15	04:37	14.7	10	82	0	2.5	1.82926829	0
16	04:47	14.8	10	92	0.1	2.6	1.69565217	0.6
17	04:57	14.8	10	102	0	2.6	1.52941176	0
18	05:07	14.8	10	112	0	2.6	1.39285714	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.68124124	0	2.8265721	0
3	0.477121255	1.34242268	0.22764469	1.80209865	0.640498394
4	0.698970004	1.1931246	0.48855907	1.42354631	0.833958306
5	0.84509804	1.10914447	0.7141907	1.23020145	0.937335817
6	1.079181246	0.92941893	1.16463216	0.86381954	1.003011474
7	1.230448921	0.80297483	1.51400455	0.64476858	0.988019519
8	1.342422681	0.71448217	1.80209865	0.51048477	0.959137071
9	1.431363764	0.64781748	2.04880223	0.41966749	0.927262469
10	1.505149978	0.59522057	2.26547646	0.35428752	0.895896223
11	1.62324929	0.5166298	2.63493826	0.26690635	0.83861895
12	1.716003344	0.44235915	2.94466748	0.19568162	0.759089778
13	1.792391689	0.3659708	3.21266797	0.13393463	0.655963025
14	1.857332496	0.31875876	3.449684	0.10160715	0.592041008
15	1.913813852	0.26227741	3.66268346	0.06878944	0.501950134
16	1.963787827	0.22933677	3.85646263	0.05259535	0.450368759
17	2.008600172	0.18452443	4.03447465	0.03404926	0.370635795
18	2.049218023	0.14390658	4.1992945	0.0207091	0.294895948
totales	23.53415258	11.4796107	38.2202815	10.9497193	11.64868267
Promedio	1.307452921	0.63775615	1.70943314	0.4067329	0.833836138

Cuadro 5 sitio 5

Prueba de Infiltración								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	09:00	14.1	0	0	0	0	0	0
2	09:01	14.7	1	1	0.6	0.6	36	36
3	09:03	15	2	3	0.3	0.9	18	9
4	09:05	15.2	2	5	0.2	1.1	13.2	6
5	09:10	15.3	5	10	0.1	1.2	7.2	1.2
6	09:15	15.4	5	15	0.1	1.3	5.2	1.2
7	09:20	15.5	5	20	0.1	1.4	4.2	1.2
8	09:25	15.6	5	25	0.1	1.5	3.6	1.2
9	09:30	15.7/13.3	5	30	0.1	1.6	3.2	1.2
10	09:40	13.5	10	40	0.2	1.8	2.7	1.2
11	09:50	13.7	10	50	0.2	2	2.4	1.2
12	10:00	13.8	10	60	0.1	2.1	2.1	0.6
13	10:10	13.8	10	70	0	2.1	1.8	0
14	10:20	13.9	10	80	0.1	2.2	1.65	0.6
15	10:30	13.9	10	90	0	2.2	1.46666667	0
16	10:40	14	10	100	0.1	2.3	1.38	0.6
17	10:50	14	10	110	0	2.3	1.25454545	0
18	11:00	14	10	120	0	2.3	1.15	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.5563025	0	2.42207747	0
3	0.477121255	1.25527251	0.22764469	1.57570906	0.598917193
4	0.698970004	1.12057393	0.48855907	1.25568594	0.783247566
5	1	0.8573325	1	0.73501901	0.857332496
6	1.176091259	0.71600334	1.38319065	0.51266079	0.842085274
7	1.301029996	0.62324929	1.69267905	0.38843968	0.810866022
8	1.397940009	0.5563025	1.95423627	0.30947247	0.777677523
9	1.477121255	0.50514998	2.1818872	0.2551765	0.74616777
10	1.602059991	0.43136376	2.56659622	0.1860747	0.691070628
11	1.698970004	0.38021124	2.88649908	0.14456059	0.645967495
12	1.77815125	0.32221929	3.16182187	0.10382527	0.572954642
13	1.84509804	0.25527251	3.40438678	0.06516405	0.471002799
14	1.903089987	0.21748394	3.6217515	0.04729927	0.413891517
15	1.954242509	0.16633142	3.81906379	0.02766614	0.325051935
16	2	0.13987909	4	0.01956616	0.279758173
17	2.041392685	0.0984864	4.1672841	0.00969957	0.201049419
18	2.079181246	0.06069784	4.32299465	0.00368423	0.126201811
totales	24.43045949	9.26213205	40.8785949	8.0617809	9.143242261
Promedio	1.357247749	0.51456289	1.84212145	0.26477497	0.698389326

Cuadro 6 sitio 6

Prueba de Infiltracion								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	02:25	12.3	0	0	0	0	0	0
2	02:26	12.8	1	1	0.5	0.5	30	30
3	02:28	13	2	3	0.2	0.7	14	6
4	02:30	13.2	2	5	0.2	0.9	10.8	6
5	02:35	13.4	5	10	0.2	1.1	6.6	2.4
6	02:40	13.5	5	15	0.1	1.2	4.8	1.2
7	02:45	13.6	5	20	0.1	1.3	3.9	1.2
8	02:50	13.7	5	25	0.1	1.4	3.36	1.2
9	02:55	13.8	5	30	0.1	1.5	3	1.2
10	03:00	13.9/11.5	5	35	0.1	1.6	2.74285714	1.2
11	03:10	11.6	10	45	0.1	1.7	2.26666667	0.6
12	03:20	11.7	10	55	0.1	1.8	1.96363636	0.6
13	03:30	11.7	10	65	0	1.8	1.66153846	0
14	03:40	11.8	10	75	0.1	1.9	1.52	0.6
15	03:50	11.8	10	85	0	1.9	1.34117647	0
16	04:00	11.9	10	95	0.1	2	1.26315789	0.6
17	04:10	11.9	10	105	0	2	1.14285714	0
18	04:20	11.9	10	115	0	2	1.04347826	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.47712125	0	2.1818872	0
3	0.477121255	1.14612804	0.22764469	1.31360947	0.546842046
4	0.698970004	1.03342376	0.48855907	1.06796466	0.722332207
5	1	0.81954394	1	0.67165226	0.819543936
6	1.176091259	0.68124124	1.38319065	0.46408962	0.801201865
7	1.301029996	0.59106461	1.69267905	0.34935737	0.768992783
8	1.397940009	0.52633928	1.95423627	0.27703303	0.735790734
9	1.477121255	0.47712125	2.1818872	0.22764469	0.704765946
10	1.544068044	0.43820319	2.38414613	0.19202203	0.676615541
11	1.653212514	0.35538766	2.73311162	0.12630039	0.587531323
12	1.740362689	0.29306107	3.02886229	0.08588479	0.510032545
13	1.812913357	0.2205104	3.28665484	0.04862484	0.399766247
14	1.875061263	0.18184359	3.51585474	0.03306709	0.340967868
15	1.929418926	0.12748593	3.72265739	0.01625266	0.245973758
16	1.977723605	0.10145764	3.91139066	0.01029365	0.200655171
17	2.021189299	0.05799195	4.08520618	0.00336307	0.117212703
18	2.06069784	0.01848341	4.24647559	0.00034164	0.038088714
totales	24.14292132	8.54640818	39.8425564	7.06938847	8.216313387
Promedio	1.341273406	0.47480045	1.79901435	0.22543547	0.636837223

Cuadro 7 Sitio 7

Prueba de Infiltracion								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	10:10	13.2	0	0	0	0	0	0
2	10:11	14.3	1	1	1.1	1.1	66	66
3	10:13	14.9	2	3	0.6	1.7	34	18
4	10:15	15.4	2	5	0.5	2.2	26.4	15
5	10:17	15.8	2	7	0.4	2.6	22.2857143	12
6	10:20	16.1	3	10	0.3	2.9	17.4	6
7	10:25	16.4	5	15	0.3	3.2	12.8	3.6
8	10:30	16.8	5	20	0.4	3.6	10.8	4.8
9	10:35	17.0/12.0	5	25	0.2	3.8	9.12	2.4
10	10:40	12.3	5	30	0.3	4.1	8.2	3.6
11	10:45	12.6	5	35	0.3	4.4	7.54285714	3.6
12	10:55	13.1	10	45	0.5	4.9	6.53333333	3
13	11:05	13.3	10	55	0.2	5.1	5.56363636	1.2
14	11:15	13.3	10	65	0	5.1	4.70769231	0
15	11:25	13.4	10	75	0.1	5.2	4.16	0.6
16	11:35	13.5	10	85	0.1	5.3	3.74117647	0.6
17	11:45	13.5	10	95	0	5.3	3.34736842	0
18	11:55	13.5	10	105	0	5.3	3.02857143	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.81954394	0	3.31074013	0
3	0.477121255	1.53147892	0.22764469	2.34542767	0.730701142
4	0.698970004	1.42160393	0.48855907	2.02095772	0.993658503
5	0.84509804	1.34802656	0.7141907	1.8171756	1.139214602
6	1	1.24054925	1	1.53896244	1.240549248
7	1.176091259	1.10720997	1.38319065	1.22591392	1.302179967
8	1.301029996	1.03342376	1.69267905	1.06796466	1.344515304
9	1.397940009	0.95999484	1.95423627	0.92159009	1.342015193
10	1.477121255	0.91381385	2.1818872	0.83505576	1.349813864
11	1.544068044	0.87753588	2.38414613	0.77006923	1.354975114
12	1.653212514	0.81513482	2.73311162	0.66444477	1.347591079
13	1.740362689	0.74535874	3.02886229	0.55555965	1.297194536
14	1.812913357	0.67280807	3.28665484	0.4526707	1.219742736
15	1.875061263	0.61909333	3.51585474	0.38327655	1.160837923
16	1.929418926	0.57300819	3.72265739	0.32833839	1.105572855
17	1.977723605	0.52470351	3.91139066	0.27531378	1.037718527
18	2.021189299	0.48123782	4.08520618	0.23158984	0.972672734
totales	22.92732151	16.6845254	36.3102715	18.7450509	18.93895333
Promedio	1.273740084	0.92691808	1.6224138	0.85917712	1.180652708

Cuadro 8 sitio 8

Prueba de Infiltracion								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	03:25	14.1	0	0	0	0	0	0
2	03:26	14.7	1	1	0.6	0.6	36	36
3	03:28	15	2	3	0.3	0.9	27	9
4	03:30	15.2	2	5	0.2	1.1	33	6
5	03:35	15.3	5	10	0.1	1.2	14.4	1.2
6	03:40	15.4	5	15	0.1	1.3	15.6	1.2
7	03:45	15.5	5	20	0.1	1.4	16.8	1.2
8	03:50	15.6	5	25	0.1	1.5	18	1.2
9	03:55	15.7/13.3	5	30	0.1	1.6	19.2	1.2
10	04:00	13.5	5	35	0.2	1.8	21.6	2.4
11	04:10	13.7	10	45	0.2	2	12	1.2
12	04:20	13.8	10	55	0.1	2.1	12.6	0.6
13	04:30	13.8	10	65	0	2.1	12.6	0
14	04:40	13.9	10	75	0.1	2.2	13.2	0.6
15	04:50	13.9	10	85	0	2.2	13.2	0
16	05:00	14	10	95	0.1	2.3	13.8	0.6
17	05:10	14	10	105	0	2.3	13.8	0
18	05:20	14	10	115	0	2.3	13.8	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.5563025	0	2.42207747	0
3	0.477121255	1.43136376	0.22764469	2.04880223	0.682934075
4	0.698970004	1.51851394	0.48855907	2.30588459	1.061395695
5	1	1.15836249	1	1.34180366	1.158362492
6	1.176091259	1.1931246	1.38319065	1.42354631	1.403223411
7	1.301029996	1.22530928	1.69267905	1.50138284	1.594164129
8	1.397940009	1.25527251	1.95423627	1.57570906	1.754795657
9	1.477121255	1.28330123	2.1818872	1.64686204	1.895591521
10	1.544068044	1.33445375	2.38414613	1.78076681	2.060487394
11	1.653212514	1.07918125	2.73311162	1.16463216	1.784115941
12	1.740362689	1.10037055	3.02886229	1.21081534	1.915043841
13	1.812913357	1.10037055	3.28665484	1.21081534	1.994876459
14	1.875061263	1.12057393	3.51585474	1.25568594	2.101144771
15	1.929418926	1.12057393	3.72265739	1.25568594	2.162056551
16	1.977723605	1.13987909	3.91139066	1.29932433	2.254365776
17	2.021189299	1.13987909	4.08520618	1.29932433	2.303911412
18	2.06069784	1.13987909	4.24647559	1.29932433	2.348946372
totales	24.14292132	20.8967115	39.8425564	26.0424427	28.4754155
Promedio	1.341273406	1.16092842	1.79901435	1.34775479	1.557122413

Cuadro 9 sitio 9

Prueba de Infiltracion								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	03:25	13.1	0	0	0	0	0	0
2	03:26	13.7	1	1	0.6	0.6	36	36
3	03:28	13.9	2	3	0.2	0.8	16	6
4	03:30	14.2	2	5	0.3	1.1	13.2	9
5	03:35	14.5	5	10	0.3	1.4	8.4	3.6
6	03:40	14.7	5	15	0.2	1.6	6.4	2.4
7	03:45	14.9	5	20	0.2	1.8	5.4	2.4
8	03:50	15.1	5	25	0.2	2	4.8	2.4
9	03:55	15.3/12.1	5	30	0.2	2.2	4.4	2.4
10	04:00	12.2	5	35	0.1	2.3	3.94285714	1.2
11	04:10	12.3	10	45	0.1	2.4	3.2	0.6
12	04:20	12.4	10	55	0.1	2.5	2.72727273	0.6
13	04:30	12.5	10	65	0.1	2.6	2.4	0.6
14	04:40	12.5	10	75	0	2.6	2.08	0
15	04:50	12.6	10	85	0.1	2.7	1.90588235	0.6
16	05:00	12.6	10	95	0	2.7	1.70526316	0
17	05:20	12.6	20	115	0	2.7	1.40869565	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.5563025	0	2.42207747	0
3	0.477121255	1.20411998	0.22764469	1.44990493	0.574511237
4	0.698970004	1.12057393	0.48855907	1.25568594	0.783247566
5	1	0.92427929	1	0.8542922	0.924279286
6	1.176091259	0.80617997	1.38319065	0.64992615	0.948141221
7	1.301029996	0.73239376	1.69267905	0.53640062	0.95286625
8	1.397940009	0.68124124	1.95423627	0.46408962	0.952334381
9	1.477121255	0.64345268	2.1818872	0.41403135	0.950457625
10	1.544068044	0.59581104	2.38414613	0.3549908	0.919972791
11	1.653212514	0.50514998	2.73311162	0.2551765	0.835120265
12	1.740362689	0.43572857	3.02886229	0.18985939	0.758325745
13	1.812913357	0.38021124	3.28665484	0.14456059	0.689290038
14	1.875061263	0.31806333	3.51585474	0.10116429	0.596388239
15	1.929418926	0.28009609	3.72265739	0.07845382	0.540422695
16	1.977723605	0.23179141	3.91139066	0.05372726	0.458419342
17	2.06069784	0.14881717	4.24647559	0.02214655	0.306667229
totales	22.12173202	10.5642122	35.7573502	9.24648747	11.19044391
Promedio	1.301278354	0.62142425	2.10337354	0.54391103	0.658261406

Cuadro 10 Sitio 10

Prueba de Infiltracion								
N° de lectura	Hora de lectura	Lamina (cm)	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	11:00	13.4	0	0	0	0	0	0
2	11:01	13.8	1	1	0.4	0.4	24	24
3	11:03	14	2	3	0.2	0.6	12	6
4	11:05	14.1	2	5	0.1	0.7	8.4	3
5	11:10	14.3	5	10	0.2	0.9	5.4	2.4
6	11:15	14.4	5	15	0.1	1	4	1.2
7	11:20	14.5	5	20	0.1	1.1	3.3	1.2
8	11:25	14.6	5	25	0.1	1.2	2.88	1.2
9	11:30	14.7/12.3	5	30	0.1	1.3	2.6	1.2
10	11:40	12.4	10	40	0.1	1.4	2.1	0.6
11	11:50	12.5	10	50	0.1	1.5	1.8	0.6
12	12:00	12.6	10	60	0.1	1.6	1.6	0.6
13	12:10	12.7	10	70	0.1	1.7	1.45714286	0.6
14	12:20	12.7	10	80	0	1.7	1.275	0
15	12:30	12.7	10	90	0	1.7	1.13333333	0
16	12:40	12.8	10	100	0.1	1.8	1.08	0.6
17	12:50	12.8	10	110	0	1.8	0.98181818	0
18	01:00	12.8	10	120	0	1.8	0.9	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	X ²	Y ²	x.y
1	0	0	0	0	0
2	0	1.38021124	0	1.90498307	0
3	0.477121255	1.07918125	0.22764469	1.16463216	0.51490031
4	0.698970004	0.92427929	0.48855907	0.8542922	0.646043497
5	1	0.73239376	1	0.53640062	0.73239376
6	1.176091259	0.60205999	1.38319065	0.36247623	0.708077493
7	1.301029996	0.51851394	1.69267905	0.26885671	0.674602189
8	1.397940009	0.45939249	1.95423627	0.21104146	0.642203138
9	1.477121255	0.41497335	2.1818872	0.17220288	0.612965952
10	1.602059991	0.32221929	2.56659622	0.10382527	0.516214641
11	1.698970004	0.25527251	2.88649908	0.06516405	0.433700329
12	1.77815125	0.20411998	3.16182187	0.04166497	0.362956202
13	1.84509804	0.16350213	3.40438678	0.02673295	0.301677463
14	1.903089987	0.10551018	3.6217515	0.0111324	0.200795376
15	1.954242509	0.05435766	3.81906379	0.00295476	0.106228054
16	2	0.03342376	4	0.00111715	0.066847511
17	2.041392685	-0.00796893	4.1672841	6.3504E-05	-0.01626771
18	2.079181246	-0.04575749	4.32299465	0.00209375	-0.09513812
totales	24.43045949	7.1956844	40.8785949	5.72963412	6.408200085
Promedio	1.357247749	0.39976024	1.84212145	0.15980825	0.542573692

Cuadro de Datos Promedios de los 10 sitios muestreados en la Región de La Martina.

Prueba de infiltración Promedio de los 10 sitios muestreados						
N° de lectura	Tiempo (min)	Tiempo Acumul. Min	Lamina Promedio (cm)	Lamina Acumul.	Vel. Inf. Prom	(cm/hr) Instant
1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0.5	0.5	30	30
3	2	3	0.2	0.7	14	6
4	2	5	0.2	0.9	10.8	6
5	5	10	0.2	1.1	6.6	2.4
6	5	15	0.1	1.2	4.8	1.2
7	5	20	0.1	1.3	3.9	1.2
8	5	25	0.1	1.4	3.36	1.2
9	5	30	0.1	1.5	3	1.2
10	5	35	0.1	1.6	2.7	1.2
11	10	45	0.2	1.8	2.4	1.2
12	10	55	0.1	1.9	2.1	0.6
13	10	65	0.1	2	1.8	0.6
14	10	75	0.1	2.1	1.7	0.6
15	10	85	0.1	2.2	1.6	0.6
16	10	95	0.1	2.3	1.5	0.6
17	10	105	0	2.3	1.3	0
18	10	115	0	2.3	1.2	0

Escala Logaritmica de los Calculos					
N° de Pares	Log X	Log Y	x^2	y^2	$x.y$
1	0	0	0	0	0
2	0	1.47712125	0	2.1818872	0
3	0.477121255	1.14612804	0.22764469	1.31360947	0.546842046
4	0.698970004	1.03342376	0.48855907	1.06796466	0.722332207
5	1	0.81954394	1	0.67165226	0.819543936
6	1.176091259	0.68124124	1.38319065	0.46408962	0.801201865
7	1.301029996	0.59106461	1.69267905	0.34935737	0.768992783
8	1.397940009	0.52633928	1.95423627	0.27703303	0.735790734
9	1.477121255	0.47712125	2.1818872	0.22764469	0.704765946
10	1.544068044	0.43820319	2.38414613	0.19202203	0.676615541
11	1.653212514	0.38021124	2.73311162	0.14456059	0.628569983
12	1.740362689	0.31654216	3.02886229	0.10019894	0.550898168
13	1.812913357	0.26626789	3.28665484	0.07089859	0.482720613
14	1.875061263	0.22530928	3.51585474	0.05076427	0.422468706
15	1.929418926	0.19115501	3.72265739	0.03654024	0.368818085
16	1.977723605	0.16215548	3.91139066	0.0262944	0.320698723
17	2.021189299	0.11868979	4.08520618	0.01408727	0.239894528
18	2.06069784	0.07918125	4.24647559	0.00626967	0.163168623
totales	24.14292132	8.92969864	39.8425564	7.19487431	8.953322487
Promedio	1.341273406	0.49609437	2.21347535	0.39971524	0.497406805

C. Cuadro 11 Datos y cálculos de la capacidad de campo en los 10 sitios muestreados. (Se expresa en humedad gravimétrica).

Datos de Humedad Grabrimetrica							
Muestra n°	Profundidad cm	Peso del Embase	Peso suelo Humedo	P. suelo humedo y Embase	P.suelo seco y Embase	Peso suelo seco	% de Humedad
#001	0-15	30 g	40g	70g	60g	30g	33
#001	15-30	29g	40g	69g	59.8 g	30.8g	29.8
#002	0-15	32.48g	40g	72.48g	63.30g	30.82g	29.8
#002	15-30	24.43g	40g	64.43g	56.14g	31.7g	26.2
#003	0-15	32.5g	40g	72.5g	62.1g	29.6g	39.1
#003	15-30	24.5g	40g	64.5g	53.9g	29.4g	36
#004	0-15	27.4g	40g	67.4g	60.4g	33g	21.2
#004	15-30	24.5g	40g	64.5g	57.8g	33.3g	20.1
#005	0-15	32.54g	40g	72.54g	63.35g	30.81g	29.8
#005	15-30	28.60g	40g	68.6g	58.43g	29.83g	34
#006	0-15	24.40g	40g	64.4g	55.26g	30.9g	29.4
#006	15-30	32.30g	40g	72.32g	62.55g	30.25g	32.2
#007	0-15	28.49g	40g	68.49g	63.70g	35.21g	13.6
#007	15-30	25.47g	40g	65.47g	60.37g	34.9g	14.6
#008	0-15	32.48g	40g	72.48g	62.98g	30.5g	31.1
#008	15-30	28.53g	40g	68.53g	59.72g	31.19g	28.2
#009	0-15	24.36g	40g	64.36g	54.01g	29.65g	34.9
#009	15-30	25.26g	40g	65.26g	58.28g	33.02g	21.1
#010	0-15	32.48g	40g	72.48g	64.34g	31.86g	25.5
#010	15-30	28.49g	40g	68.49g	61.45g	32.96g	21.3

nota: la humedad volumétrica se obtiene con la siguiente formula: $\%H_v = (\%H_g) \cdot (D_a / d_{\text{agua}})$
 Donde D_a = densidad aparente.
 $D_{\text{Agua}} = 1$
 $\%H_g$ = humedad gravimétrica.
 Para la lámina de agua se utiliza la siguiente formula.
 Lámina de suelo = $\%H_v \cdot \text{Profundidad estudiada}$.

D. Lámina de Agua presente cuando el suelo se encuentra a capacidad de campo.

Lamina de Agua Presente en el Suelo						
muestra	profundidad m	%humedad gabri	Densidad Aparente	%humedad vol	Lamina de agua x estrato	Lamina Total en el estrato
#001	0.15	33	1.252941176	41.34705882	6.202058824	
#001	0.30	29.8	1.202941176	35.84764706	10.75429412	16.95635294
#002	0.15	29.8	1.115661765	33.24672059	4.987008088	
#002	0.30	26.2	1.111139706	29.11186029	8.733558088	13.72056618
#003	0.15	39.1	1.020845588	39.9150625	5.987259375	
#003	0.30	36	1.06959559	38.50544118	11.55163235	17.53889173
#004	0.15	21.2	1.184592482	25.11336063	3.767004094	
#004	0.30	20.1	1.235950875	24.84261258	7.452783774	11.21978787
#005	0.15	29.8	1.218272059	36.30450735	5.445676103	
#005	0.30	34	1.062058824	36.11	10.833	16.2786761
#006	0.15	29.4	1.171139706	34.43150735	5.164726103	
#006	0.30	32.2	1.256286765	40.45243382	12.13573015	17.30045625
#007	0.15	13.6	1.214485294	16.517	2.47755	
#007	0.30	14.6	1.205367647	17.59836765	5.279510294	7.757060294
#008	0.15	31.1	1.145106066	35.61279866	5.341919799	
#008	0.30	28.2	1.268366208	35.76792706	10.73037812	16.07229792
#009	0.15	34.9	1.2675	44.23575	6.6353625	
#009	0.30	21.1	1.114705882	23.52029412	7.056088235	13.69145074
#010	0.15	25.5	1.111139706	28.3340625	4.250109375	
#010	0.30	21.3	1.131213235	24.09484191	7.228452574	11.47856195

E. Cuadro 12 Cálculos y datos necesarios para determinar la Densidad Aparente en los sitios muestreados.

Datos de la densidad Aparente									
Muestra n°	Profundidad cm	Peso de Cilindro (g)	Peso de Cilindro y suelo (g)	Peso del Papel aluminio (g)	Peso del suelo (g)	Altura del cilindro (g)	Diametro del cilindro	Volumen cm ³	Densidad del suelo
#001	0-15	192.4	535	1.8	340.8	6.5	7.3	272	1.25
#001	15-30	248.3	577.3	1.8	327.2	6.5	7.3	272	1.20
#002	0-15	193.8	499.47	2.21	303.46	6.5	7.3	272	1.12
#002	15-30	192.64	497.03	2.16	302.23	6.5	7.3	272	1.11
#003	0-15	180	460.5	2.83	277.67	6.5	7.3	272	1.02
#003	15-30	190.2	483.3	2.17	290.93	6.5	7.3	272	1.07
#004	0-15	192.2	513.8	3.3	318.3	6.6	7.2	268.7	1.18
#004	15-30	248	582.8	2.7	332.1	6.6	7.2	268.7	1.24
#005	0-15	234.59	568.3	2.34	331.37	6.5	7.3	272	1.22
#005	15-30	227.67	518.7	2.15	288.88	6.5	7.3	272	1.06
#006	0-15	191.1	511.6	1.95	318.55	6.5	7.3	272	1.17
#006	15-30	195.82	539.7	2.17	341.71	6.5	7.3	272	1.26
#007	0-15	250.7	583.5	2.46	330.34	6.5	7.3	272	1.21
#007	15-30	248.72	579.31	2.73	327.86	6.5	7.3	272	1.21
#008	0-15	221.09	530.98	2.2	307.69	6.6	7.2	268.7	1.15
#008	15-30	193.67	535.71	1.23	340.81	6.6	7.2	268.7	1.27
#009	0-15	191.58	534.17	1.83	340.76	6.5	7.3	272	1.25
#009	15-30	214.73	520.34	2.41	303.2	6.5	7.3	272	1.115
#010	0-15	192.64	497.03	2.16	302.23	6.5	7.3	272	1.11
#010	15-30	221.09	530.98	2.2	307.69	6.5	7.3	272	1.13

F. Cuadro 13 Datos recolectados en campo para determinar el punto de marchitez permanente para los 10 sitios de muestreo estudiados.

Punto de marchitez							
Muestra n°	Profundidad cm	Peso del Envase (g)	Peso suelo Humedo y Envase (g)	P. suelo humedo y Envase (g)	P.suelo seco y Envase (g)	Peso suelo seco	(% de Humedad)
#001	0-15	29.04	20	49.04	46.9	17.86	11.98
#001	15-30	29.1	20	49.1	46.75	17.65	13.31
#002	0-15	32.34	20	52.34	50.77	18.43	8.52
#002	15-30	32.31	20	52.31	50.62	18.31	9.23
#003	0-15	28.41	20	48.41	46.86	18.45	8.40
#003	15-30	32.26	20	52.26	50.16	17.9	11.73
#004	0-15	31.66	20	51.66	49.51	17.85	12.04
#004	15-30	28.57	20	48.57	46.69	18.12	10.38
#005	0-15	28.71	20	48.71	46.35	17.64	13.38
#005	15-30	28.68	20	48.68	46.21	17.53	14.09
#006	0-15	28.96	20	48.96	47.03	18.07	10.68
#006	15-30	31.62	20	51.62	49.66	18.04	10.86
#007	0-15	32.14	20	52.14	51.01	18.87	5.99
#007	15-30	32.16	20	52.16	50.95	18.79	6.44
#008	0-15	28.68	20	48.68	46.3	17.62	13.51
#008	15-30	28.39	20	48.39	46.36	17.97	11.30
#009	0-15	31.59	20	51.59	49.28	17.69	13.06
#009	15-30	31.49	20	51.49	49.66	18.17	10.07
#010	0-15	32.26	20	52.26	50.41	18.15	10.19
#010	15-30	28.91	20	48.91	47.17	18.26	9.529

G. Cuadro 15 Datos de lecturas del tensiómetro en campo y sumergido en agua corriente. Para obtener la lectura corregida.

Tensiómetro a 15cm profundidad arroz de 22 dias					
Dia	L.O.C	Sin Riego	Con Riego	L.O.T.S	L.C
18-ago	2	x		2	0
19-ago	4	x		2	2
20-ago	4	x		2	2
21-ago	6	x		2	4
22-ago	8	x		2	6
23-ago	10	x		2	8
24-ago	2		x	2	0
25-ago	2		x	2	0
26-ago	2		x	2	0
27-ago	2		x	2	0
28-ago	4	x		2	2
29-ago	6	x		2	4
30-ago	8	x		2	6
31-ago	6		x	2	4
01-sep	6		x	2	4
02-sep	4		x	2	2
03-sep	2		x	2	0
04-sep	2		x	2	0
05-sep	2		x	2	0
06-sep	2		x	2	0
07-sep	2		x	2	0
08-sep	2		x	2	0
09-sep	2	x		2	0
10-sep	2	x		2	0
11-sep	4	x		2	2
12-sep	2		x	2	0
13-sep	2		x	2	0
14-sep	2		x	2	0
15-sep	2	x		2	0
16-sep	4	x		2	2
17-sep	4	x		2	2
18-sep	6	x		2	4
19-sep	8	x		2	6

Cuadro 16 Datos de las lecturas del tensiómetro en campo y de sumergido en agua para la lectura corregida.

Tensiómetro a 24cm profundidad arroz 45 días					
Día	L.O.C	Sin Riego	Con Riego	L.O.T.S	L.C
18-ago	6	x		1	5
19-ago	8	x		1	7
20-ago	8	x		1	7
21-ago	10	x		1	9
22-ago	10	x		1	9
23-ago	2		x	1	1
24-ago	1		x	1	0
25-ago	2		x	1	1
26-ago	1		x	1	0
27-ago	2		x	1	1
28-ago	4	x		1	3
29-ago	6	x		1	5
30-ago	6	x		1	5
31-ago	8	x		1	7
01-sep	8	x		1	7
02-sep	10	x		1	9
03-sep	4		x	1	3
04-sep	2		x	1	1
05-sep	1		x	1	0
06-sep	1		x	1	0
07-sep	2		x	1	1
08-sep	2		x	1	1
09-sep	2		x	1	1
10-sep	2	x		1	1
11-sep	2	x		1	1
12-sep	4	x		1	3
13-sep	6	x		1	5
14-sep	6	x		1	5
15-sep	6	x		1	5
16-sep	8	x		1	7
17-sep	8	x		1	7
18-sep	8	x		1	7
19-sep	8	x		1	7

Cuadro 17 Datos de las lecturas del tensiómetro en campo y de sumergido en agua para la lectura corregida.

Tensiómetro a 36cm profundidad arroz					
Dia	L.O.C	Sin Riego	Con Riego	L.O.T.S	L.C
18-ago	2	x		0	2
19-ago	2	x		0	2
20-ago	4	x		0	4
21-ago	6	x		0	6
22-ago	8	x		0	8
23-ago	10	x		0	10
24-ago	2		x	0	2
25-ago	2		x	0	2
26-ago	2		x	0	2
27-ago	2		x	0	2
28-ago	2	x		0	2
29-ago	4	x		0	4
30-ago	6	x		0	6
31-ago	2		x	0	2
01-sep	2		x	0	2
02-sep	2		x	0	2
03-sep	0		x	0	0
04-sep	2	x		0	2
05-sep	4	x		0	4
06-sep	4	x		0	4
07-sep	6	x		0	6
08-sep	6	x		0	6
09-sep	8	x		0	8
10-sep	6		x	0	6
11-sep	4		x	0	4
12-sep	4		x	0	4
13-sep	4		x	0	4
14-sep	6	x		0	6
15-sep	6	x		0	6
16-sep	8	x		0	8
17-sep	8	x		0	8
18-sep	8	x		0	8
19-sep	8	x		0	8

Cuadro 18 Datos de las lecturas del tensiómetro en campo y de sumergido en agua para la lectura corregida.

Tensiómetro a 90cm profundidad arroz					
Dia	L.O.C	Sin Riego	Con Riego	L.O.T.S	L.C
28-ago	2	x		0	2
29-ago	2	x		0	2
30-ago	2	x		0	2
31-ago	0		x	0	0
01-sep	2		x	0	2
02-sep	2		x	0	2
03-sep	2		x	0	2
04-sep	2	x		0	2
05-sep	2	x		0	2
06-sep	0		x	0	0
07-sep	0		x	0	0
08-sep	0		x	0	0
09-sep	0		x	0	0
10-sep	2	x		0	2
11-sep	2	x		0	2
12-sep	2	x		0	2
13-sep	2	x		0	2
14-sep	2		x	0	2
15-sep	2		x	0	2
16-sep	2		x	0	2
17-sep	2		x	0	2
18-sep	2		x	0	2
19-sep	2		x	0	2

nota: $L.C = L.O.C - L.O.T.S$
L.C= lectura corregida
L.O.C= lectura observada en campo.
L.O.T.S= lectura observada con el tensiómetro sumergido en agua corriente.

Cuadro 19 Datos de las lecturas del tensiómetro en campo y de sumergido en agua para la lectura corregida

Tensiómetro a 15cm profundidad arroz de 12 días					
Día	L.O.C	Sin Lluvia	Con Lluvia	L.O.T.S	L.C
20-sep	2	x		2	0
21-sep	4	x		2	2
22-sep	4	x		2	2
23-sep	6	x		2	4
24-sep	8	x		2	6
25-sep	10	x		2	8
26-sep	12		x	2	10
27-sep	8		x	2	6
28-sep	4		x	2	2
29-sep	2		x	2	0
30-sep	4	x		2	2
01-oct	6	x		2	4
02-oct	8	x		2	6
03-oct	10		x	2	8
04-oct	6			2	4
05-oct	4		x	2	2
06-oct	2		x	2	0
07-oct	2		x	2	0
08-oct	2		x	2	0
09-oct	2			2	0
10-oct	2			2	0

Datos de Humedad Grabrimetricas a la distintas Tensiones								
Muestra n°	Profundidad cm	Peso del Embase	Peso suelo Humedo (g)	P. suelo humedo y Embase (g)	P.suelo seco y Embase (g)	Peso suelo seco (g)	% de Humedad	sitio
#2	24	27.8	40	67.8	63.4	35.7	12.0448179	parcela 7
#3	36	28.2	40	68.2	63.9	33.7	18.694362	parcela 9
#1	15	28.1	40	68.1	58.4	30.3	32.01	parcela 3
X	15	27.6	40	67.6	57.5	28.9	38.41	parcela x

H. Cuadro 20 Datos de los aforos Realizados en los distintos puntos de muestreo seleccionados en el Sistema de Riego Remigio Rojas-.

Aforo del Canal de Conduccion								
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	V=m/s	Ancho	Q=l/s	Q=l/s corre
30	0.15	6	28	41	0.464368	0.30	20.8965602	20.8965602
60	0.38	15.2	41	42	0.66144793	0.30	75.4050642	75.4050642
90	0.60	24	40	40	0.67744848	0.30	121.940726	121.940726
120	0.74	14.8	42	40	0.71104963	0.30	157.853018	0
120	0.74	59.2	45	40	0.76145136	0.30	169.042202	163.44761
150	0.74	15	40	40	0.67744848	0.30	150.393563	0
150	0.74	60	44	40	0.74465078	0.30	165.312474	157.853018
180	0.74	15	34	40	0.57664502	0.30	128.015195	0
180	0.74	60	42	40	0.71104963	0.30	157.853018	142.934107
210	0.74	15	32	40	0.54304387	0.30	120.55574	0
210	0.74	60	43	40	0.72785021	0.30	161.582746	141.069243
240	0.54	21.6	41	40	0.69424906	0.30	112.468347	112.468347
270	0.36	14.4	35	41	0.57910364	0.30	62.5431936	62.5431936
300	0.18	7.2	30	41	0.49714962	0.30	26.8460792	26.8460792
320	0	0	0	0	0	0	0	0
Total								1025.40395

nota: lecturas para el caso de lecturas menores de 0.60 se multiplican por 0.4
Lecturas mayores de 0.60 se multiplican por 0.2 y por 0.8
Se saca un promedio de las lecturas.

Fórmula para obtener la velocidad:
 $V = (2.2048 R + 0.0178) * .3048$
 R= revoluciones / tiempo
 Fórmula para obtener el Caudal:
 $Q = (\text{ancho} * \text{Prof. Total} * \text{velocidad}) * 1000$
 Ejm: $(0.30 * 0.15 * 0.464) * 1000 = 20 \text{ l/s}$

Aforo del Canal de principal antes de la entrada a Guasimo								
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	Vm/s	Ancho	Q=l/s	Q=l/s corri
40	0.20	8	18	40	0.30783581	0.40	24.6268646	24.6268646
80	0.46	18.4	21	41	0.34963236	0.40	64.3323548	64.3323548
120	0.74	14.8	22	41	0.36602317	0.40	108.342858	
120	0.74	59.2	23	41	0.38241397	0.40	113.194536	110.768697
160	0.98	19.6	22	40	0.37503811	0.40	147.01494	
160	0.98	78.4	30	40	0.50944272	0.40	199.701546	173.358243
200	0.98	19.6	21	40	0.35823754	0.40	140.429114	
200	0.98	78.4	31	40	0.5262433	0.40	206.287372	173.358243
240	0.96	19.2	25	40	0.42543984	0.40	163.368899	
240	0.96	76.8	29	40	0.49264214	0.40	189.174583	176.271741
280	0.76	15.2	23	40	0.39183869	0.40	119.118961	
280	0.76	60.8	29	41	0.48075881	0.40	146.150678	132.63482
320	0.48	19.2	23	40	0.39183869	0.40	75.2330281	75.2330281
360	0.22	8.8	22	40	0.37503811	0.40	33.0033539	33.0033539
380	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Total								963.587345

Aforos Realizados en el Sistema de Riego.

Aforo del Canal de principal despues de la entrada a Guasimo							
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	Vm/s	Ancho	Q=l/s
20	0.10	4	33	40	0.55984445	0.20	11.196889
40	0.22	8.8	58	40	0.97985885	0.20	43.1137893
60	0.34	13.6	64	42	1.02946055	0.20	70.0033173
80	0.42	16.8	62	40	1.04706115	0.20	87.9531368
100	0.42	16.8	61	40	1.03026058	0.20	86.5418884
120	0.42	16.8	65	40	1.09746288	0.20	92.1868819
140	0.42	16.8	66	41	1.08721863	0.20	91.3263646
160	0.26	10.4	62	40	1.04706115	0.20	54.4471799
180	0.14	5.6	46	40	0.77825194	0.20	21.7910542
200	0	0	0	0	0	0.00	0
total							558.560501

Aforo del Canal de principal antes de la entrada a la martina							
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	Vm/s	Ancho (m)	Q=l/s
30	0.14	5.6	9	41	0.15294269	0.30	6.42359309
60	0.34	13.6	15	40	0.25743408	0.30	26.2582762
90	0.56	22.4	19	40	0.32463638	0.30	54.5389125
120	0.60	24	28	41	0.464368	0.30	83.5862407
150	0.60	24	28	40	0.47584157	0.30	85.6514822
180	0.60	24	29	41	0.48075881	0.30	86.5365858
210	0.38	15.2	27	40	0.45904099	0.30	52.3306731
240	0.18	7.2	23	40	0.39183869	0.30	21.1592892
270	0	0	0	0	0	0.00	0
total							416.485053

Aforo del Canal de la Martina							
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	Vm/s	Ancho (m)	Q=l/s
30	0.12	4.8	7	40	0.12302947	0.3	4.42906099
60	0.34	13.6	8	41	0.13655189	0.3	13.9282925
90	0.40	16	9	40	0.15663062	0.3	18.7956749
120	0.40	16	10	41	0.1693335	0.3	20.3200198
150	0.32	12.8	6	40	0.1062289	0.3	10.197974
180	0.12	4.8	5	40	0.08942832	0.3	3.21941952
200	0	0	0	0	0	x	0
Total							70.8904417

Aforo a nivel de parcela de produccion en la Martina							
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	Vm/s	Ancho (m)	Q=l/s
20	0.08	3.2	7	41	0.12016108	0.20	1.9225773
40	0.10	4	11	40	0.19023178	0.20	3.80463552
60	0.08	3.2	14	42	0.22943312	0.20	3.67092992
80	0	0	0	0	0	0.00	0
Total							9.39814274

Aforo del canal la Martina despues de la entrada de la parcela							
Est.	Prof. (m)	Prof. Obs. (cm)	Revoluciones	Tiempo (s)	Vm/s	Ancho (m)	Q=l/s
20	0.10	4	20	41	0.33324156	0.20	6.66483114
40	0.14	5.6	32	40	0.54304387	0.20	15.2052284
60	0.14	5.6	34	40	0.57664502	0.20	16.1460607
80	0.14	5.6	24	41	0.39880478	0.20	11.1665339
100	0.08	3.2	8	40	0.13983005	0.20	2.23728077
120	0	0	0	0	0	0.20	0
Total							51.4199349

I. Imágenes ilustrativas del muestreo realizado en Sistema de Riego Remigio Rojas.



Prueba de muestreo para Densidad Aparente



Muestro de Suelo para determinar la capacidad de Campo



Realización de Aforo en el Canal de Conducción Principal



Realización de Aforo a nivel de Parcela



Tensiómetro instalado en la Parcela



Prueba de infiltración

J. Analisis de Suelo